Ente Nazionale per l'Aviazione Civile

AEROPORTO CIVILE DI LAMEZIA TERME (CZ)

LOTTO L1 - Sviluppo aerostazione passeggeri
CUP: H84G22000030009
LOTTO L2 - Interventi per la security e la digitalizzazione
CUP: H86I22000390002
LOTTO L6 - Potenziamento delle reti di sottoservizi e impianti tecnologici
CUP: H84G22000060009

PROGETTO ESECUTIVO

LOTTI L1, L2, L6

RELAZIONE ACUSTICA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE Raggruppamento Temporaneo di Professionisti	TECHNITAL	ETS Engineering and Technical Services S.p.A.
	Direttore Tecnico e Responsabile integrazione prestazioni specialistiche: ing. Filippo Busola Geologia: dott. Emanuele Fresia Progettazione idraulica: ing. Alessandro Cacciatori Project Manager: ing. Emanuela Perina CSP: arch. Elisabeth Foroni	Direttore Tecnico: ing. Giambattista Parietti Progettazione Specialistica Impianti: ing. Marco Bergami P.I. Daniele Togni ing. Enrico Facchinetti
AERTEC	VALLE 3.0	incide
Direttore tecnico: ing. Aeronautico Carlos Berenguer López Responsabile sistemi di trasporto: ing. Pedro Tena Calderón	Direttore tecnico: arch. Emanuela Valle Progettazione architettonica: arch. Maria Camilla Valle arch. Leonardo Giovannozzi	Direttore tecnico e progettazione strutturale: ing. Gianluca Vallerini Coordinatore progettazione strutture: ing. Matteo Pagnozzi

CODICE ELABORATO								REVISIONE		
Fase	Lotto	Ambito	Disciplina	Tipo	Numero	Rev	Scala	Id.	Data	Descrizione
E	L1	00	ACU	RE	01	B		A	FEBBRAIO 2025	Emissione
								B	MAGGIO 2025	Recepimento indicazioni Ente di Verifica
								C		
								D		
NOME FILE:	AI015P-E-L1-00-ACU-RE-01-B.docx							REDAZIONE:		ing. Matteo Agostini

Visto del Committente: **Società Aeroportuale Calabrese S.p.A.**

INTERVENTO FACENTE PARTE DEL	IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:	IL POST HOLDER DI AREA:
Contratto Istituzionale di Sviluppo "CIS VOLARE"	ing. Ferdinando Saracco	OPERATIONAL SERVICES MANAGER: Emilio Parrilla PASSENGER EXPERIENCE MANAGER: Sabrina Mileto PH PROGETTAZIONE: Ferdinando Saracco

Approvazione **ENAC:**

INDICE

1. PREMESSA ... 3
2. INQUADRAMENTO PROGETTUALE E INDIVIDUAZIONE DELL'AREA DI STUDIO ... 4
2.1.1 Inquadramento dell'area di studio ... 4
2.1.2 Inquadramento progettuale ... 4
3. INTRODUZIONE ALLA NORMATIVA DI RIFERIMENTO ... 6
3.1 QUADRO DI RIFERIMENTO LEGISLATIVO NAZIONALE ... 6
3.1.1 Legislazione nazionale ... 6
3.1.2 Definizione della categoria dell'edificio in progetto ... 6
3.1.3 Requisiti di isolamento acustico ... 6
3.1.4 Requisiti di confort acustico interno ... 7
3.1.5 Considerazioni sul rispetto dell'indice STI di intelligibilità del parlato ... 7
4. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE GRANDEZZE ACUSTICHE ... 8
4.1 MODELLO DI CALCOLO ADOTTATO ... 8
4.1.1 Metodo per la stima previsionale delle prestazioni acustiche ... 8
4.1.2 Banca dati per gli elementi in legno e per gli elementi leggeri ... 9
5. ELEMENTI ACUSTICAMENTE SIGNIFICATIVI DEL PROGETTO ... 10
5.1 INVOLUCRO ESTERNO DEL TERMINAL PARTENZE ... 10
5.1.1 Obiettivi di progetto ... 10
5.1.2 Porzione opaca dell'involucro esterno dell'aerostazione ... 10
5.1.3 Copertura 0.CO.05 ... 12
5.1.4 Copertura 0.CO.02 ... 12
5.1.5 Solaio mezzanino / lastrico solare 0.PT.03 ... 12
5.2 POTERE FONOISOLANTE DEI SERRAMENTI ... 13
5.3 RUMOROSITÀ DEGLI IMPIANTI ... 14
5.3.1 Accorgimenti per gli impianti meccanici ... 14
5.3.2 Accorgimenti per il controllo del rumore degli impianti di scarico ... 14
5.3.3 Contributo degli impianti in copertura sulla rumorosità interna all'aerostazione ... 14
6. VERIFICHE ACUSTICHE ... 15
6.1 CRITERI GENERALI DI VALUTAZIONE ... 15
6.2 DEFINIZIONE DEGLI ELEMENTI TECNICI E DELLE MODALITÀ DI VERIFICA ... 15
6.2.1 Elementi edilizi soggetti a verifica ... 15
6.2.2 Risultati delle verifiche ... 18
6.3 VERIFICA PREVISIONALE DELLA CLASSE ACUSTICA DEGLI EDIFICI ... 19
6.3.1 Introduzione ... 19
6.3.2 Verifica previsionale ... 19
6.3.3 Conclusione ... 19
7. CONFORT ACUSTICO INTERNO ... 20
7.1 OBIETTIVI ... 20
7.2 METODO DI CALCOLO ... 20
7.3 AMBIENTI SOTTOPOSTI A VERIFICA ... 20
7.4 INTERVENTI PROGETTUALI ... 21
7.4.1 Intervento di controsoffittatura del mezzanino ... 21
7.4.2 Intervento di incollaggio pannelli fonoassorbenti su copertura terminal ... 21
7.5 CARATTERISTICHE ACUSTICHE DEI MATERIALI FONOASSORBENTI IMPIEGATI IN PROGETTO ... 21
7.5.1 Distribuzione degli elementi fonoassorbenti nei locali sottoposti a verifica ... 22

7.6 VERIFICHE DEL CONFORT INTERNO ... 24
8. CONSIDERAZIONI IN MERITO ALL'IMPATTO ACUSTICO ... 25
8.1 INQUADRAMENTO ACUSTICO DELL'AREA DI STUDIO: LIMITI VIGENTI ... 25
8.1.1 Criterio per la valutazione ... 25
8.1.2 La pianificazione acustica del comune di Lamezia Terme ... 25
8.1.3 Definizione dei limiti acustici di riferimento per l'area di studio ... 25
8.1.4 Identificazione dei potenziali ricettori ... 25
8.2 CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI SONORE ... 27
8.2.1 Sorgenti sonore ... 27
8.2.2 Potenza sonora delle sorgenti ... 27
8.2.3 Ipotesi riguardo al funzionamento delle sorgenti ... 27
8.3 INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI PIÙ ESPOSTI ... 28
8.4 ELEMENTI DI MITIGAZIONE DELLE EMISSIONI SONORE ... 29
8.5 CONSIDERAZIONI SULLA COMPATIBILITÀ DELLE EMISSIONI ... 29
8.5.1 Verifica dei limiti di emissione ... 29
8.5.2 Osservazioni sul rispetto dei limiti di immissione ... 29
8.5.3 Valutazione previsionale dell'impatto acustico ... 29
9. CONCLUSIONI ... 31
9.1 INQUADRAMENTO PROGETTUALE E INDIVIDUAZIONE DELL'AREA DI STUDIO ... 31
9.2 VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI ... 31
9.3 CONSIDERAZIONI IN MERITO ALL'IMPATTO ACUSTICO ... 31
10. BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO ... 32
10.1 NORMATIVA NAZIONALE DI RIFERIMENTO ... 32
10.2 NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO ... 32
10.3 BIBLIOGRAFIA TECNICA DI RIFERIMENTO ... 33
10.4 DOCUMENTAZIONE CONSULTATA ... 33
10.5 PRESTAZIONI ACUSTICHE E REQUISITI DEI COMPONENTI EDILIZI ... 35
10.6 VERIFICA PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI ... 42
11. COPIA ATTESTATO DI QUALIFICA ... 46

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce lo studio acustico in accompagnamento al progetto esecutivo per lo SVILUPPO AEROSTAZIONE PASSEGGERI (LOTTO L1) dell'aeroporto civile di Lamezia Terme (CZ). In particolare, all'interno dello studio, si approfondiscono i temi dell'isolamento dell'edificio in progetto e si esprimono alcune considerazioni in merito all'impatto acustico delle opere, con l'obiettivo di verificare la corrispondenza delle soluzioni tecniche adottate agli standard definiti dalla normativa nazionale. Non è obiettivo del presente documento la valutazione dell'impatto dell'esercizio degli aeromobili che, quindi, è volutamente esclusa dalle analisi. Per maggiori dettagli sui riferimenti normativi, si rimanda al capitolo 10. Per quanto riguarda i dati tecnici e dimensionali degli interventi, si fa riferimento agli altri elaborati del progetto esecutivo.

2. INQUADRAMENTO PROGETTUALE E INDIVIDUAZIONE DELL'AREA DI STUDIO

2.1.1 Inquadramento dell'area di studio

Il sito interessato dalla realizzazione degli interventi in progetto è ricompreso all'interno del territorio amministrativo del comune di Lamezia Terme, nella provincia di Catanzaro, a sudovest del centro abitato, a poca distanza dalla costa marittima. Sinteticamente, l'intervento consiste nella costruzione di un nuovo edificio di tipo terziario in continuità con l'aerostazione esistente e destinato a ospitare la parte dei servizi aeroportuali riservata alle partenze. L'area circostante al sito di interesse è adibita a scalo aereo ed è circondata da una più ampia zona a carattere prevalentemente agricolo. Gli insediamenti di tipo residenziale più vicini si trovano in direzione nord, a una distanza di circa 420 m dal nuovo edificio. Si tratta di edifici sparsi con modalità di insediamento a scarsa densità. In Figura 1, si riporta l'inquadramento geografico generale dell'area di studio.

2.1.2 Inquadramento progettuale

Il terminal partenze dell'aeroporto di Lamezia Terme consiste in una nuova edificazione che affianca e potenzia le funzionalità del terminal attualmente esistente. Quest'ultimo, in particolare, sarà riconfigurato a uso esclusivo di terminal arrivi. L'area di realizzazione del nuovo edificio del terminal partenze è ottenuta liberando la superficie attualmente occupata dallo scalo merci e dall'edificio handling. Il nuovo stabile si definisce come un parallelepipedo di dimensioni pari a 200 m per 80 m ed è posto parallelamente alla pista aeroportuale e in continuità visiva con l'avancorpo di recente realizzazione. Il terminal partenze condivide le principali caratteristiche dimensionali e formali con l'avancorpo. Esse sono rappresentate da una copertura con andamento curvilineo realizzata attraverso travi in legno lamellare con un interasse di 5 m e una facciata continua realizzata con gli stessi passi dei montanti e dimensione dei pannelli vetrati che costituiscono la facciata dell'avancorpo. La copertura curva che si sviluppa fra il fronte airside e quello landside interessa unicamente la prima e l'ultima campata dell'edificio, mentre per la restante parte la copertura del terminal si sviluppa trasversalmente in tre parti. Le hall poste a nord e a sud seguono lo sviluppo della copertura curvilinea e la unificano lungo fronti complanari longitudinalmente, mentre la parte centrale risulta ribassata, avendo come copertura esterna il lastrico solare del mezzanino. Avendo a disposizione una copertura ribassata all'interno del terminal stesso, si ricava uno spazio per la collocazione delle UTA che risultano parzialmente schermate visivamente e acusticamente nei confronti dell'ambiente esterno circostante. Al suo interno, il terminal riprende la tripartizione volumetrica e innesta su questa sequenza gli ambiti funzionali. Alla hall landside di libera circolazione corrisponde la hall airside visualmente aperta grazie all'uso di divisori vetrati che suddividono le aree di accumulo e gli imbarchi extra-Schengen. Al centro l'area del mezzanino, a copertura piana e ribassata rispetto alle hall, contiene le principali aree operative del terminal e quelle a servizio dei passeggeri. Fra il nuovo terminal e l'edificio esistente, si ricava uno spazio esterno dedicato all'installazione del sistema impiantistico, costituito da pompe di calore.

Figura 1: Inquadramento generale dell'area oggetto dello studio acustico. Il sito si trova a sudovest dell'abitato di Lamezia Terme, all'interno dello scalo aeroportuale. I ricettori potenzialmente più esposti alle emissioni degli impianti a servizio del nuovo edificio sono situati a nord, a una distanza minima di circa 420 m.

Figura 2: Posizione della sagoma del nuovo edificio dell'aerostazione in progetto.

3. INTRODUZIONE ALLA NORMATIVA DI RIFERIMENTO

3.1 QUADRO DI RIFERIMENTO LEGISLATIVO NAZIONALE

3.1.1 Legislazione nazionale

Il riferimento relativo all'ambito dell'acustica edilizia nel corpus legislativo della Repubblica è definito dal D.P.C.M. 5/12/1997 [4], documento nel quale sono fissati i criteri e le metodologie generali per il contenimento dell'inquinamento acustico negli ambienti abitativi, in attuazione all'articolo 3, comma 1, lettera e) della L. 447/95 [2]. Per la categoria degli edifici pubblici, inoltre, la materia è stata integrata dal D.M. 24/12/2015 [9], dal D.M. 11/01/2017 [10] e dal D.M 11/10/2017 [12], aggiornati e sostituiti dal D.M. 23/06/2023 [13], che disciplina i cosiddetti criteri ambientali minimi. In sintesi, le grandezze con le quali si caratterizzano i requisiti acustici passivi di un edificio e quelli delle sorgenti sonore interne nell'ambito della legislazione nazionale sono:

- Indice dell'isolamento acustico di facciata $D_{2m,nT,W}$;
- Indice del potere fonoisolante apparente tra distinte unità immobiliari R'_W;
- Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi ad ambienti abitativi $D_{nT,W}$;
- Indice del livello di rumore da calpestio normalizzato L'_{nW};
- Rumorosità degli impianti a funzionamento continuo L_{Aeq} ed L_{ic};
- Rumorosità degli impianti a funzionamento discontinuo L_{ASmax} ed L_{id};
- Tempo di riverberazione T_R (ed eventuali altri parametri STI e C_{50}).

3.1.2 Definizione della categoria dell'edificio in progetto

In considerazione della destinazione d'uso, ai sensi del D.P.C.M. 5/12/1997 [4] l'edificio è assimilabile alle categorie B e G, riferita a edifici adibiti a uffici e ad attività commerciali.

3.1.3 Requisiti di isolamento acustico

I valori limite stabiliti dal D.P.C.M. 5/12/1997 [4] per le categorie B e G sono riportati di seguito in Tabella 1. Con la promulgazione del D.M. 24/12/2015 [9], dei successivi D.M. 11/01/2017 [10] e D.M. 11/10/2017 [12], e, infine, del D.M. 23/06/2022 [13], i livelli di prestazione richiesti per gli edifici pubblici sono stati integrati e aggiornati con i valori di seguito riportati in Tabella 2. In generale, quindi, i requisiti acustici passivi degli edifici pubblici devono soddisfare almeno il livello di prestazione della classe II, definita al prospetto 1 della norma UNI 11367 [14]. Nel caso in esame, i limiti per i parametri R'_W ed $L'_{n,W}$ non sono applicabili, essendo esplicitamente riferiti alle divisorie che separano differenti unità immobiliari.

Tabella 1: Requisiti acustici passivi in opera ai sensi del D.P.C.M. 5/12/1997 [4] per la categoria degli edifici adibiti a uffici e attività commerciali e assimilabili.

PARAMETRI E VALORI LIMITE DA D.P.C.M. 5/12/1997					
CATEGORIA	**R'_w**	**$D_{2m,nT,w}$**	**$L'_{n,w}$**	**LAS_{max}**	**LA_{eq}**
B-G	≥ 50 dB	≥ 42 dB	≤ 55 dB	≤ 35 dB	≤ 35 dB

Tabella 2: Requisiti acustici passivi in opera ai sensi del D.M. 23/06/2022 [13] per gli edifici pubblici.

PARAMETRI E VALORI LIMITE CRITERI AMBIENTALI MINIMI DA D.M. 23/06/2022 – EDIFICI PUBBLICI				
UNI 11367 - CLASSE II				
R'_W (*)	**$D_{2m,nT,W}$**	**$L'_{n,W}$ (*)**	**L_{ic}**	**L_{id}**
≥ 53 dB	≥ 40 dB	≤ 58 dB	≤ 28 dB	≤ 33 dB
(*) Vale esplicitamente per divisorie fra differenti unità immobiliari.				

3.1.4 Requisiti di confort acustico interno

Nel D.M. 23/06/2022 [13], al punto 2.4.11 Confort acustico, si specifica che gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori di confort indicati nell'appendice C della UNI 11367 [14]. I descrittori acustici da utilizzare sono T_R, tempo di riverberazione, STI, indice di trasmissione del parlato e C_{50}, indice di chiarezza. Nel caso di ambienti adibiti a parlato, la norma definisce un valore del tempo di riverberazione ottimale in funzione del volume dell'ambiente e, inoltre, individua dei valori minimi di riferimento per gli indici di chiarezza e di trasmissione del parlato. Tale trattazione, tuttavia, è applicabile unicamente ad ambienti di dimensioni sensibilmente inferiori rispetto a quelle della nuova aerostazione, con volumi fino a circa 1000 m^3. Per i locali dell'aerostazione, quindi, non sono attualmente disponibili riferimenti normativi vigenti e cogenti. Con l'obiettivo di garantire comunque un adeguato confort acustico interno, nel presente studio si analizzano in dettaglio le tematiche relative al controllo del riverbero interno, identificando alcuni valori di riferimento ricavati dalla letteratura specifica di settore [44]. Il parametro di maggior interesse all'interno degli aeroporti è lo STI, indice direttamente correlato alla capacità di comprensione degli annunci del sistema di diffusione degli annunci sonori. Inoltre, pur non essendo definito uno standard di riferimento per il tempo di riverberazione ottimale all'interno dei grandi locali di un aeroporto, se ne valuta comunque l'andamento. I valori di riferimento identificati per lo studio del caso in esame sono indicati di seguito in Tabella 3, mentre la trattazione di dettaglio di tali aspetti è riportata al capitolo 7.

Tabella 3: Parametri progettuali di riferimento. Per le analisi dell'edificio dell'aerostazione, i cui ambienti sono volumetricamente importanti, in assenza di un riferimento normativo si propongono alcuni valori indicativi ricavati dalla letteratura tecnica.

PARAMETRO ACUSTICO	**VALORE DI RIFERIMENTO ADOTTATO NELLO STUDIO**
TEMPO RIVERBERAZIONE T_R [s]	T_R < 3,5 s (per V < 15000 m^3) T_R < 4,5 s (per V > 15000 m^3)
INTELLIGIBILITÀ DEL PARLATO STI [-]	STI > 0,45

3.1.5 Considerazioni sul rispetto dell'indice STI di intelligibilità del parlato

Trattandosi di un aeroporto, il principale indice di interesse dal punto di vista del confort acustico interno è lo STI, Speech Transmission Index, ovvero quell'indice che descrive la capacità di comprensione del parlato. I messaggi sonori diffusi dall'impianto audio dell'aeroporto sono la principale fonte sonora di interesse, per via della loro importanza in materia di gestione e sicurezza. In questo caso l'indice STI si declina nella sua versione STIPA, Speech Transmission Index Public Access. In particolare, per valutare questo indice è necessario conoscere le caratteristiche di fonoassorbimento dell'ambiente in cui si propaga il suono, in questo caso gli ambienti che ospitano i viaggiatori all'interno del terminal, e anche le caratteristiche acustiche della sorgente sonora di interesse, che in questo caso sarà il sistema di diffusione degli annunci sonori. Per questi motivi la verifica di tale indice sarà onere di chi progetta e installa il sistema di diffusione audio. Resta invece a carico di questa fase progettuale la verifica del tempo di riverberazione dei vari ambienti, che descrive la capacità dell'ambiente in cui si propaga il suono di assorbire o meno l'energia sonora. Una buona progettazione acustica dell'ambiente in termini di tempo di riverberazione, quindi, aiuta il raggiungimento dei valori richiesti da normativa dell'indice STI di trasmissione del parlato.

4. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE GRANDEZZE ACUSTICHE

Per sua natura, la legislazione nazionale disciplina le prestazioni *in opera* dei singoli elementi e delle strutture di cui è composto l'edificio indagato. Esse sono definite come prestazioni apparenti, identificate da un apice, e sono influenzate non solo dalla prestazione di laboratorio del singolo elemento edilizio considerato, ma anche dalle modalità di posa in opera e dalle scelte cantieristiche. Nel caso specifico, quindi, visto il carattere previsionale dello studio, per la stima dei requisiti acustici passivi dell'edificio in esame, ci si avvale di un modello per il calcolo delle prestazioni acustiche in opera a partire dalle prestazioni di laboratorio. I risultati di seguito riportati, quindi, hanno un valore previsionale e sono suscettibili di variazioni, anche sostanziali, derivanti dalle modalità di esecuzione delle opere. Per questa ragione, quindi, in fase costruttiva, è molto importante che, oltre a rispettare integralmente le indicazioni progettuali in termini di spessori, qualità, requisiti e certificazioni dei materiali impiegati, sia curata attentamente anche la fase di realizzazione e di posa in opera degli stessi materiali, onde evitare scadimenti delle prestazioni e degli obiettivi previsti.

4.1 MODELLO DI CALCOLO ADOTTATO

4.1.1 Metodo per la stima previsionale delle prestazioni acustiche

Lo strumento di calcolo numerico del quale ci si avvale per la stima delle prestazioni acustiche di progetto necessita di informazioni quali le dimensioni delle strutture e degli ambienti, la tipologia, la stratigrafia e i materiali delle partizioni di separazione, nonché la tipologia, la stratigrafia e i materiali delle partizioni collegate. Un ruolo importante, inoltre, è riservato anche al tipo di giunti di collegamento impiegati fra i vari elementi edilizi. Il programma di calcolo utilizzato è ECHO di ANIT, nella versione più recente. I modelli di calcolo si basano su relazioni matematiche ricavate dalle teorie consolidate disponibili in letteratura o dalle norme tecniche. La previsione del comportamento fonoisolante di singoli componenti si effettua utilizzando i concetti della legge di massa e della frequenza di coincidenza, oltre ai metodi di calcolo che contemplano lo smorzamento dei sistemi noti come *massa-molla-massa*. Per componenti che richiedano un approccio più complesso, sono utilizzate le teorie di B. Sharp, F. Fahy, o, ancora, altri approcci specifici ritenuti di volta in volta più idonei alle modalità costruttive adottate. Il calcolo modellistico è integrato, ove necessario e ove esistano dati disponibili, dall'analisi, dall'elaborazione e dalla valutazione di soluzioni certificate oppure testate mediante prove di laboratorio o campagne di misurazione realizzate in opera. In particolare, queste ultime informazioni sono ottenute da banche dati o da pubblicazioni diffuse da enti, associazioni od organismi di certificazione di comprovata affidabilità e sono generalmente ricavate da campagne di monitoraggio e valutazione in opera oppure da studi sperimentali condotti sui parametri fisici che influenzano i fenomeni acustici. Qualora disponibili, si utilizzano anche informazioni ricavate direttamente da collaudi acustici eseguiti in opera e dei quali si conosce la stratigrafia specifica. Per ciò che riguarda la previsione del comportamento acustico e, quindi, le prestazioni degli edifici, infine, si fa riferimento alle norme europee della serie EN 12354, di cui al paragrafo 10.2.

4.1.2 Banca dati per gli elementi in legno e per gli elementi leggeri

Il principale riferimento per la definizione delle prestazioni di laboratorio degli elementi lignei è costituito dalla banca dati di *dataholz.com* che contiene un vasto catalogo di schede tecniche di materiali in legno o a base di legno, di materiali da costruzione, di componenti da costruzione e di collegamenti per componenti da costruzione, con dettaglio delle caratteristiche delle grandezze fisiche, tecniche ed ecologiche. La documentazione pubblicata è verificata, autorizzata e approvata per le costruzioni di legno ed è rilasciata da istituti ed enti di controllo accreditati mentre le verifiche, i calcoli e le valutazioni sono stati effettuati in base alle norme attualmente in vigore. Gli enti accreditati, inoltre, verificano costantemente le schede tecniche per garantirne l'aggiornamento e la correttezza. I parametri contenuti in queste schede possono essere utilizzati come base per le procedure di verifica presso le autorità austriache competenti in materia di edilizia. In assenza di metodi di calcolo previsionale affidabili e di analoghi strumenti riferiti alla realtà italiana, quindi, si adottano le informazioni delle banche dati di *dataholz.com* come riferimento per le valutazioni, considerando che tutte le indicazioni in esse contenute e i documenti tecnici prodotti tramite *dataholz.com* e in accordo con essa possono essere usati quali documenti tecnici per l'approvazione da parte delle autorità di sorveglianza in Austria. Occorre sottolineare, inoltre, che le indicazioni, le caratteristiche e i dati tecnici contenuti in *dataholz.com* sono determinati sulla base di normative europee correnti e forniscono, quindi, indicazioni di caratteristiche fisiche sotto forma di valori numerici che hanno valore, sia pure in termini generalmente non cogenti, in tutta Europa. Nel caso dei parametri acustici, per esempio, i valori sono basati su verifiche, calcoli o valutazioni da parte di enti di certificazione accreditati, secondo le normative europee della serie EN 140 ed EN 717 di cui al paragrafo 10.2 per il valore dell'isolamento acustico R_W, e del rumore di calpestio $L_{n,W}$. Tutte le indicazioni e i dati disponibili, infine, rappresentano lo stato della scienza attuale e si basano sulle normative attualmente in vigore in Austria, che corrispondono, in molti casi, alle attuali norme europee EN. Un ulteriore riferimento, recentemente pubblicato, è il Catalogo degli elementi costruttivi per l'acustica in edilizia, realizzato dall'Agenzia provinciale per l'ambiente della provincia autonoma di Bolzano. Il catalogo è composto da un manuale e da numerose schede tecniche suddivise in base agli elementi costruttivi, al tipo di costruzione e ai materiali utilizzati. In ciascuna delle schede, sono messi in evidenza i risultati delle misure del rumore con le prestazioni riferibili a ciascuna soluzione progettuale analizzata. Le prove raccolte e contenute nel catalogo sono tutte riferite a misure in opera, con il vantaggio di fornire dei dati realistici rispetto alle prestazioni attese dalle strutture in quanto si tiene conto delle trasmissioni laterali, degli errori e delle incertezze legate alla fase di realizzazione in cantiere. Il database, inoltre, ha il pregio di essere attuale, molto recente e aggiornato e rappresentativo delle tecniche costruttive e dei materiali adottati nella nostra area geografica. Fonti aggiuntive di informazioni per valutare in via preliminare le prestazioni delle componenti lignee, delle strutture leggere e dei relativi pacchetti stratigrafici sono i certificati delle prove di laboratorio dei vari produttori di soluzioni edilizie oltre al materiale didattico e informativo messo a disposizione dall'istituto IVALSA nell'ambito dei corsi di formazione per il protocollo di certificazione ARCA.

5. ELEMENTI ACUSTICAMENTE SIGNIFICATIVI DEL PROGETTO

Considerando le caratteristiche del progetto, nel rispetto della legislazione di riferimento per l'acustica in edilizia, illustrata al capitolo 3, di seguito si analizza il tema dell'isolamento acustico dell'involucro di facciata. Non sono quindi presenti divisorie interne verticali od orizzontali di interesse per gli obiettivi del presente studio.

5.1 INVOLUCRO ESTERNO DEL TERMINAL PARTENZE

5.1.1 Obiettivi di progetto

I riferimenti adottati come obiettivi di progetto sono sintetizzati di seguito in Tabella 4. La verifica dei requisiti ai sensi del D.P.C.M. 5/12/1997 [4] è riportata al capitolo 6 mentre le relative schede di calcolo e i certificati sono riportati in allegato, al capitolo 10.5.

Tabella 4: Obiettivi di progetto per le prestazioni di facciata.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO	TIPOLOGIA DELLE STRUTTURE	OBIETTIVO
D.P.C.M. 5/12/1997	Facciata	$D_{2m,nT,w} \geq 42$ dB

5.1.2 Porzione opaca dell'involucro esterno dell'aerostazione

La porzione opaca dell'involucro esterno del terminal partenze è realizzata con l'impiego di un sistema di pannelli isolanti tipo sandwich in metallo e lana di roccia. A completamento, inoltre, si prevede la realizzazione di contropareti interne a secco, con l'impiego di lastre multistrato in gesso. Nello specifico, per la valutazione delle prestazioni acustiche si distinguono due tipologie di involucro opaco, di seguito analizzate in dettaglio in Tabella 5 e in Tabella 6, con indicazione delle relative prestazioni stimate. Per il calcolo del potere fonoisolante, si fa riferimento alle norme UNI EN ISO 12354-1 [14] e UNI 11175-1 [20] e alla dichiarazione di prestazione fonoisolante di alcuni produttori di pannelli isolanti tipo sandwich. La tipologia di pacchetto prevalente nell'involucro esterno è quella identificata dal codice 0.ME.00+1.MI.08A, mentre la tipologia 0.ME.01+1.MI.08A è impiegata unicamente in corrispondenza delle bussole lato terra. Il primo pacchetto costituisce l'interfaccia diretta fra ambienti esterni e interni e, pertanto, la valutazione delle prestazioni risulta essere particolarmente interessante. Per quanto riguarda il secondo pacchetto, l'interfaccia fra ambienti esterni e ambienti interni è costituita anche da un locale filtro. In questo ultimo caso, quindi, l'isolamento delle facciate non risulta essere critico.

Tabella 5: Stratigrafia della parete esterna tipo 0.ME.00+1.MI.08A e relative prestazioni acustiche attese. Cautelativamente, nel calcolo si trascura la presenza di una delle due contropareti interne. Le prestazioni previste, quindi, sono da considerare come un limite inferiore alle prestazioni attese.

TIPOLOGIA: PARETE ESTERNA	**DENSITÀ**	**SPESSORE**	**MASSA SUPF.**
CODICE: 0.ME.00+1.MI.08A	**Kg/m³**	**cm**	**kg/m²**
ACCIAIO	2700	0,1	1,4
PANNELLO RIGIDO IN LANA	150	10	15,0
ACCIAIO	2700	0,1	1,4
INTERCAPEDINE - ARIA	0	40	0,0
DOPPIA LASTRA FIBROGESSO	900	2,5	22,5
INTERCAPEDINE - MW	40	10	4,0
DOPPIA LASTRA FIBROGESSO	900	2,5	22,5
PARETE BASE		**10**	**18**
TOTALE PARETE ESTERNA 0.ME.00+1.MI.08A		**70**	**66**
R_w PANNELLO ISOLANTE (dichiarazione produttore)	30 dB		
ΔR_w CONTROPARETE (UNI EN ISO 12354-1, elem. con struttura di sostegno)	+27 dB		
R_w TOTALE	**57 dB**		

Tabella 6: Stratigrafia della parete esterna 0.ME.01+1.MI.08A e relative prestazioni acustiche attese. Il calcolo è effettuato considerando le prestazioni della parete base, costituita dal setto in acciaio, lana minerale e OSB, alla quale è associata la controparete interna a secco.

TIPOLOGIA: PARETE ESTERNA	**DENSITÀ**	**SPESSORE**	**MASSA SUPF.**
CODICE: 0.ME.01+1.MI.08A	**Kg/m³**	**cm**	**kg/m²**
DOPPIA LASTRA FIBROGESSO	700	2,5	17.5
INTERCAPEDINE - MW	40	12	4.8
INTERCAPEDINE - ARIA	0	3	0,0
DOPPIO PANNELLO OSB	530	3,8	20,1
INTERCAPEDINE - ARIA	0	23,5	0.0
DOPPIA LASTRA FIBROGESSO	700	2,5	17.5
INTERCAPEDINE - MW	40	10	4.0
DOPPIA LASTRA FIBROGESSO	700	2,5	17.5
PARETE BASE		**8**	**35**
TOTALE PARETE ESTERNA 0.ME.01+1.MI.08A		**39**	**54**
R_w PARETE BASE (CALCOLO UNI EN ISO 12354-1)	57 dB		
ΔR_w CONTROPARETE (UNI EN ISO 12354-1, elem. con struttura di sostegno)	>10 dB		
R_w TOTALE	**67 dB**		

5.1.3 Copertura 0.CO.05

La copertura del terminal partenze è realizzata con una struttura lignea in travi lamellari curve, che sostengono un'orditura di travetti secondari su cui sono posati dei pannelli in legno. Su questi elementi lignei poggia il sistema isolante, completato superiormente da un doppio pannello in legno e una copertura metallica. La stratigrafia è riportata in Tabella 7, unitamente alle sue prestazioni di isolamento acustico. Per la stima del potere fonoisolante, si fa riferimento al certificato di laboratorio di una soluzione simile, riportato in allegato al paragrafo 10.5. Rispetto alla soluzione adottata come riferimento, nel pacchetto progettuale lo spessore della lana minerale risulta essere inferiore, ma, come compensazione, è presente un manto metallico disposto in modo da incrementare il funzionamento isolante secondo il principio noto come massa-molla-massa. Considerando queste differenze, quindi, la scelta risulta essere cautelativa.

5.1.4 Copertura 0.CO.02

La copertura delle bussole del terminal partenze è realizzata con una lamiera grecata con pacchetto sandwich con isolante in lana di roccia. Per la stima del potere fonoisolante, si fa riferimento alla norma UNI 11175-1 [14]. La stratigrafia è riportata in Tabella 8, unitamente alle sue prestazioni espresse in termini di isolamento acustico. Questo elemento non costituisce interfaccia diretta tra ambienti di vita interni e ambienti esterni.

5.1.5 Solaio mezzanino / lastrico solare 0.PT.03

Il solaio del piano mezzanino del terminal partenze costituisce un elemento di separazione tra ambiente esterno e locali interni dell'aeroporto, per questo se ne valuta la prestazione in termini di potere fonoisolante. La stratigrafia è riportata in Tabella 9, unitamente alle sue prestazioni.

Tabella 7: Stratigrafia della copertura del terminal e relative prestazioni acustiche attese. Le prestazioni sono stimate considerando un pacchetto certificato identificato come riferimento. Rispetto a tale riferimento, la stratigrafia di progetto presenta alcune differenze che, complessivamente, rendono cautelativa la scelta effettuata. Le prestazioni previste, quindi, sono da considerare come un limite inferiore alle prestazioni attese.

TIPOLOGIA: COPERTURA TERMINAL	**DENSITÀ**	**SPESSORE**	**MASSA SUPF.**
CODICE: 0.CO.05	**Kg/m^3**	**cm**	**kg/m^2**
ACCIAIO	7800	0,5	39,0
PANNELLO ANTIPIOGGIA	150	1,2	1,8
IMPERMEABILIZZAZIONE	1200	4	48,0
DOPPIO PANNELLO OSB	530	1,9	10
PANNELLO IN LANA MINERALE	40	8	3,2
PANNELLO RIGIDO IN LANA MINERALE	150	4	6,0
DOPPIO PANNELLO OSB	530	1,9	10
ASSITO	450	2	9,0
TOTALE COPERTURA 0.CO.05		**33**	**127**
R_w (certificato di laboratorio)	**47 dB**		

Tabella 8: Stratigrafia della copertura delle bussole del terminal e relative prestazioni acustiche attese.

TIPOLOGIA: COPERTURA BUSSOLE TERMINAL	**DENSITÀ**	**SPESSORE**	**MASSA SUPF.**
CODICE: 0.CO.02	**Kg/m³**	**cm**	**kg/m²**
ACCIAIO	2700	0,1	1,4
PANNELLO RIGIDO IN LANA	150	12	18,0
ACCIAIO	2700	0,1	1,4
TOTALE COPERTURA 0.CO02		**12**	**107**
R_w PANNELLO ISOLANTE (dichiarazione produttore)	**30 dB**		

Tabella 9: Stratigrafia del solaio mezzanino e relative prestazioni acustiche attese.

TIPOLOGIA: SOLAIO MEZZANINO	**DENSITÀ**	**SPESSORE**	**MASSA SUPF.**
CODICE: 0.PT.03	**Kg/m³**	**cm**	**kg/m²**
MASSETTO IN CLS	2200	3,5	77
ISOLAMENTO TERMICO	35	8	2,8
MASSETTO CEMENTIZIO	1500	5	75
MASSETTO DELLE PENDENZE ALLEGGERITO	1200	5	60
CALCESTRUZZO STRUTTURALE	2400	44	1056
INTONACO	1800	1,5	27
TOTALE SOLAIO 0.PT.03		**80**	**1298**
R_w (UNI EN ISO 12354-1, elementi omogenei, m' > 150 kg/m²)	**62 dB**		

5.2 POTERE FONOISOLANTE DEI SERRAMENTI

Detta A_{TOT} la superficie complessiva della parete, A_P e A_{FIN} rispettivamente la superficie della parte opaca e della parte finestrata della facciata, ΔL_{FS} il termine correttivo per la forma della facciata, K il contributo della trasmissione laterale, V il volume dell'ambiente interno racchiuso dalla facciata, R_{WP} l'indice del potere fonoisolante della parte opaca della facciata, il potere fonoisolante minimo dei serramenti si calcola come:

$$R_{WFIN} = -10\,Log\left[\frac{A_{TOT}}{A_{FIN}}\left(10^{\left(-D_{2m,nTW}+\Delta L_{FS}+10\,Log\left(V/\left(6T_0 A_{TOT}\right)\right)-K\right)/10} - \frac{A_P}{A_{TOT}}10^{-R_{WP}/10}\right)\right]$$

Considerando i parametri e le dimensioni di progetto, si calcola un valore minimo R_W per i serramenti come di seguito riassunto in Tabella 10. I valori di riferimento per l'aerostazione sono distinti fra quelli relativi ai prospetti esterni dell'edificio, la cui prestazione minima è pari a Rw 46 dB, e quelli relativi alle due facciate che internamente guardano verso il mezzanino, la cui prestazione minima è pari a Rw 42 dB. La corretta e precisa posa in opera del sistema serramento nel suo insieme è l'elemento cruciale per garantire il risultato in termini di prestazioni finali. Il valore R_W dell'intero sistema serramento deve essere certificato dal produttore.

Tabella 10: Valore del potere fonoisolante minimo certificato per l'intero sistema del serramento.

R_W	**46 dB**	SERRAMENTI ESTERNI DELL'AEROSTAZIONE
R_W	**46 dB**	SERRAMENTI ESTERNI DELL'AEROSTAZIONE – LATO MEZZANINO

5.3 RUMOROSITÀ DEGLI IMPIANTI

5.3.1 Accorgimenti per gli impianti meccanici

Con l'obiettivo di ridurre la trasmissione di vibrazioni all'interno dell'edificio, i sistemi impiantistici sono desolidarizzati dalla struttura edilizia mediante materiali smorzanti che prevedono il disaccoppiamento fisico degli elementi. Per quanto riguarda le UTA, inoltre, in corrispondenza dei canali di mandata verso i locali interni e di ripresa dell'aria esausta sono installati dei silenziatori per ridurre la rumorosità.

5.3.2 Accorgimenti per il controllo del rumore degli impianti di scarico

Per ottimizzare il sistema di isolamento nei confronti della rumorosità degli impianti di scarico, si impiegano tubazioni silenziate, costituite da elementi realizzati con materiali pluristrato e spessori maggiorati.

5.3.3 Contributo degli impianti in copertura sulla rumorosità interna all'aerostazione

In questo paragrafo si effettua una verifica sull'apporto di rumorosità all'interno del terminal dovuto all'esercizio degli impianti a funzionamento continuo posti in copertura. Sul mezzanino di copertura della nuova aerostazione, infatti, sono installate nove UTA, le cui caratteristiche acustiche sono meglio descritte successivamente al capitolo 8.2. Si considera cautelativamente, che l'attività delle sorgenti sonore sia continua nell'arco delle 24 ore, a regime costante e stazionario alla massima potenza disponibile. Per una stima della rumorosità presente all'esterno sul mezzanino di copertura, dunque, si sommano energeticamente i contributi di rumorosità dovuti all'aspirazione dell'aria esterna, all'espulsione dell'area esausta e al rumore irradiato dalla macchina per le nove macchine installate. Si ottiene un valore di rumorosità pari a 96 dBA. Il solaio del piano mezzanino, che costituisce l'elemento di separazione tra l'ambiente esterno in cui sono installate le macchine impiantistiche e locali interni dell'aeroporto, ha una prestazione di potere fonoisolante pari a 62 dB, come indicato al paragrafo 5.1.5. La rumorosità dovuta alle macchine che attraversa il solaio è pari, dunque, a 34 dBA, in linea con le richieste normative.

6. VERIFICHE ACUSTICHE

6.1 CRITERI GENERALI DI VALUTAZIONE

La verifica dei requisiti acustici passivi, ai sensi della legislazione nazionale, è effettuata attraverso il collaudo in opera delle prestazioni degli elementi edilizi significativi per l'edificio in esame. Il riferimento più recente in questo ambito è dato dalle indicazioni della norma UNI 11367 [14], nella quale è disciplinata sia la scelta degli elementi tecnici da verificare, sia le modalità di verifica. La norma, sebbene non cogente e tuttora valida solamente a titolo volontario, completa un percorso pluriennale di approfondimento, effettuato con l'obiettivo di risolvere alcune incertezze del D.P.C.M. 5/12/1997 [4], prefigurando gli elementi generali cui dovrà essere ispirata la futura legislazione di settore. Per queste ragioni, quindi, essa rappresenta il riferimento per la definizione dello stato dell'arte nell'ambito dell'acustica in edilizia. Nelle analisi di seguito effettuate, quindi, si adottano alcuni criteri ispirati alla norma UNI 11367 [14] come linee guida per la progettazione e per la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi.

6.2 DEFINIZIONE DEGLI ELEMENTI TECNICI E DELLE MODALITÀ DI VERIFICA

In coerenza con le indicazioni della norma UNI 11367 [14], sono escluse dalle valutazioni le facciate e le partizioni interne che delimitano ambienti accessori e di servizio. Il requisito R'_W delle partizioni verticali, inoltre, non si applica alle divisorie dotate di aperture che separano gli ambienti abitativi da ambienti comuni, accessori o di servizio. In particolare, nella definizione degli spazi, si intende:

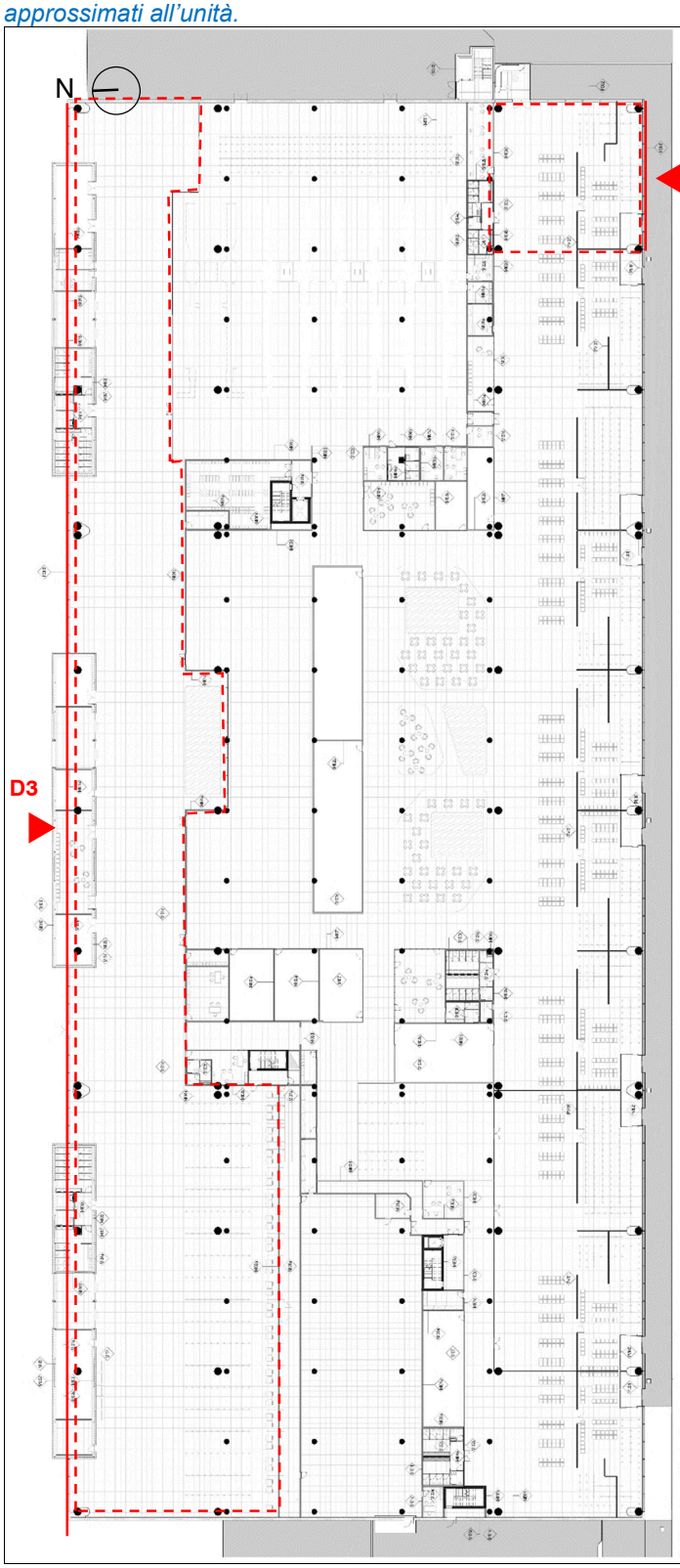
- Ambiente abitativo: porzione di unità immobiliare, o unità funzionale autonoma e separata, completamente delimitata e destinata al soggiorno e alla permanenza di persone per lo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso;
- Ambiente accessorio o di servizio: parte di unità immobiliare con funzione non abitativa (corridoi, scale interne, depositi e servizi igienici).

Chiariti questi criteri generali, quindi, allo scopo di stimare in via previsionale il comportamento in opera degli elementi tecnici interessati dagli interventi edilizi in oggetto, si identificano alcune casistiche, considerate rappresentative delle condizioni acusticamente più sfavorevoli per effetto della destinazione d'uso dei locali, delle dimensioni e delle caratteristiche costruttive degli stessi. Le casistiche esaminate, quindi, possono essere considerate come il limite inferiore alle prestazioni acustiche dell'edificio e garantiscono un approccio cautelativo nell'interpretazione dei risultati.

6.2.1 Elementi edilizi soggetti a verifica

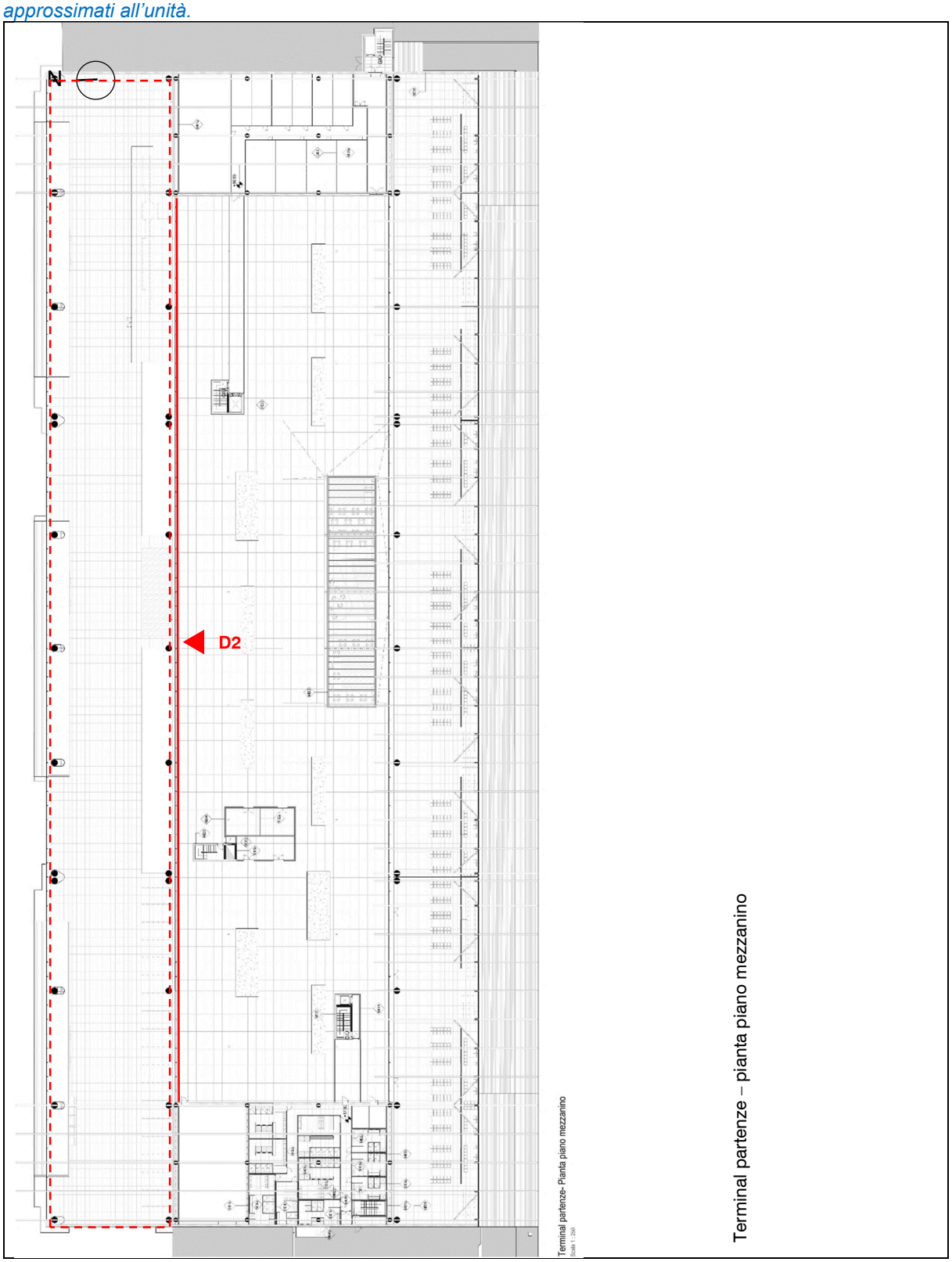
Date le caratteristiche dimensionali, tipologiche e funzionali dell'intervento e considerando i criteri indicati al paragrafo 6.2, si valutano in via previsionale le prestazioni degli elementi individuati in Tabella 11 e in Tabella 12, dove sono sintetizzati i risultati delle verifiche, mentre i dettagli delle verifiche di calcolo, eseguite mediante l'ausilio del software ECHO, descritto al paragrafo 4.1.1, sono allegate al presente studio, al paragrafo 10.6.

Tabella 11: Edificio aerostazione, piano terra, schema riassuntivo dei risultati delle verifiche previsionali dei requisiti acustici passivi effettuate ai sensi del D.P.C.M. 5/12/1997 [4] e del D.M. 23/06/2022 [13]. I valori sono approssimati all'unità.



Terminal partenze – pianta piano terra

Tabella 12: Edificio aerostazione, piano primo, s*chema riassuntivo dei risultati delle verifiche previsionali dei requisiti acustici passivi effettuate ai sensi del D.P.C.M. 5/12/1997* [4] *e del D.M. 23/06/2022 [13]. I valori sono approssimati all'unità.*



Terminal partenze – pianta piano mezzanino

6.2.2 Risultati delle verifiche

Come esito delle analisi, si verifica il rispetto dei limiti di cui al D.P.C.M. 5/12/1997 [4] e al D.M. 23/06/2022 [13]. A scopo cautelativo, sono state analizzate quelle casistiche che, per posizione, dimensioni ed esposizione, costituiscono le fattispecie più critiche dal punto di vista acustico. Di seguito, in Tabella 13, sono riportati i risultati delle verifiche.

Tabella 13: Risultati delle verifiche dei requisiti acustici passivi effettuate ai sensi del D.P.C.M. 5/12/1997 [4] e del D.M. 23/06/2022 [13]. I limiti vigenti sono ovunque rispettati.

RIF.	**CODICE DEL LOCALE EMITTENTE**	**CODICE DEL LOCALE RICEVENTE**	**VERIFICA AI SENSI DEL D.P.C.M. 5/12/1997**		
			PARTIZIONE VERIFICATA	**PARAMETRO CALCOLATO**	**ESITO VERIFICA**
D1 (CAP. 10.6)	AMBIENTE ESTERNO	HALL AIR SIDE (PARZIALE)	PARETE EST. + SERRAMENTO	$D_{2m,nT,W}$ = 51 dB	**> 42 dB**
D2 (CAP. 10.6)	AMBIENTE ESTERNO	HALL LAND SIDE (MEZZANINO)	PARETE EST. + SERRAMENTO	$D_{2m,nT,W}$ = 52 dB	**> 42 dB**
D3 (CAP. 10.6)	AMBIENTE ESTERNO	HALL LAND SIDE (FACCIATA NORD)	PARETE EST. + SERRAMENTO	$D_{2m,nT,W}$ = 53 dB	**> 42 dB**

6.3 VERIFICA PREVISIONALE DELLA CLASSE ACUSTICA DEGLI EDIFICI

6.3.1 Introduzione

La classificazione acustica di una unità immobiliare si basa su risultati di misure in opera. Pertanto, un processo di classificazione ricavato da calcoli previsionali è unicamente uno strumento indicativo per una verifica preliminare degli obiettivi progettuali. La buona riuscita del processo, infatti, dipende dall'approccio cantieristico e dall'attenzione al rispetto dei vincoli progettuali nella fase operativa. Nel presente studio, inoltre, operando su calcoli previsionali e non con rilevazioni fonometriche, non si tengono in considerazione i coefficienti correttivi inerenti all'incertezza di misura in opera. Nel processo progettuale, inoltre, sono state adottate una serie di ipotesi cautelative che permettono, con una buona probabilità, di ritenere che le prestazioni in opera dei singoli elementi edilizi avranno come limite inferiore i valori di calcolo di progetto. In queste condizioni, quindi, anche il margine di incertezza nel calcolo della classificazione acustica risulta, per quanto possibile, minimizzato.

6.3.2 Verifica previsionale

Di seguito, in Tabella 14, si riportano i risultati dei calcoli per l'elaborazione della classificazione acustica previsionale dell'edificio previsto nel progetto. Nel rispetto delle indicazioni di cui alla UNI 11367 [14], i valori sintetici di ciascun indice di requisito sono calcolati come media energetica di tutti gli elementi che compongono i singoli edifici.

Tabella 14: Edificio aerostazione. Sintesi della classificazione acustica.

	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	$L'_{n,w}$	L_{ic}	L_{id}	CLASSE GLOBALE
INDICE	51 dB	NA	NA	28 dB	33 dB	
CLASSE	I	NA	NA	II	II	**II**

6.3.3 Conclusione

Con le ipotesi descritte, si verifica la rispondenza delle prestazioni dell'edificio alle richieste di cui al D.M. 23/06/2022 [13]. In particolare, si verifica che la classe acustica previsionale corrisponde almeno alla classe II per ciascuno degli indici di requisito.

7. CONFORT ACUSTICO INTERNO

7.1 OBIETTIVI

Compatibilmente con il grado di approfondimento del progetto, l'obiettivo dello studio è quello di definire le linee guida finalizzate a raggiungere un livello di confort acustico adeguato all'interno dei locali in progetto. Nella fase definitiva del progetto, infatti, molti dei dettagli che incidono sulle prestazioni in termini di tempo di riverberazione e di STI non sono ancora delineati con sufficiente precisione per permettere un'analisi esaustiva. In particolare, non è nota la configurazione finale degli arredi, né le caratteristiche e la disposizione degli elementi che compongono il sistema audio per gli annunci, informazioni essenziali per il calcolo dell'indice STI. Per questo, pertanto, le presenti linee guida introducono i temi da esaminare in fase di progettazione esecutiva, una volta noti gli elementi progettuali di dettaglio. Con queste ipotesi di lavoro, quindi, e vista l'assenza di parte dei riferimenti normativi destinati ai volumi di grandi dimensioni, per il caso in esame, si decide di effettuare una valutazione preliminare degli ambienti principali del terminal partenze con dei valori di riferimento del T_R e dell'intelligibilità del parlato STI, come descritto al paragrafo 3.1.4.

7.2 METODO DI CALCOLO

Per lo studio del confort acustico interno dei locali del terminal partenze, viste le notevoli dimensioni degli ambienti, è stato necessario l'impiego del modello di calcolo e di simulazione previsionale tridimensionale RAMSETE 3.02, un pacchetto software avanzato, specifico per lo studio dei fenomeni acustici negli ambienti interni. Il software, utilizzando gli algoritmi del cosiddetto *pyramid tracing*, permette di calcolare e di visualizzare una molteplicità di parametri acustici tramite mappature sia bidimensionali, sia tridimensionali. Per la descrizione della metodologia utilizzata negli algoritmi di calcolo di RAMSETE, si rimanda al manuale teorico del software. L'impostazione adeguata del modello di calcolo è effettuata mediante la definizione dei seguenti parametri:

1. Geometria dell'ambiente da studiare: caratteristiche dimensionali e geometriche degli ambienti nella configurazione di progetto;
2. Materiali di rivestimento dell'involucro dell'ambiente da studiare: caratteristiche acustiche dei materiali di finitura dell'ambiente interno;
3. Ubicazione e tipologia delle sorgenti sonore: per lo studio si ipotizza la posizione di alcune sorgenti sonore negli ambienti di studio;
4. Ubicazione degli ascoltatori: posizionamento di una serie di punti di scansione dello spazio acustico in corrispondenza delle posizioni più probabilmente occupate dal pubblico.

Il calcolo è effettuato impiegando ipotesi tali da rendere i risultati dello studio effettuati con queste ipotesi cautelativi per quanto riguarda l'efficacia delle soluzioni progettuali proposte. Come esito dello studio modellistico, sono stati calcolati primariamente i parametri acustici di maggiore interesse, ovverosia il tempo di riverberazione e lo STI. Tali parametri sono stati valutati come media dei valori calcolati in corrispondenza di svariati punti ricettore.

7.3 AMBIENTI SOTTOPOSTI A VERIFICA

Per quanto riguarda l'edificio del terminal partenza, l'analisi si concentra sui locali principali e più estesi, in cui ha particolare importanza la buona comprensione del parlato. In particolare, per la verifica si identificano tre ambienti rappresentativi delle varie condizioni geometriche e acustiche. Per ciascuno di questi locali, di seguito in Tabella 15 sono riportati i valori di riferimento.

Tabella 15: Ambienti sottoposti a verifica per il confort acustico interno.

AMBIENTE	SUPERFICIE IN PIANTA S [m²]	ALTEZZA H [m]	VOLUME V [m³]	VALORI OBIETTIVO
HALL LAND SIDE (CHECK IN)	3711	12,35 (max: 13,9, min: 10,8)	45831	T_R < 4,5 s STI > 0,45
AREA CONTROLLI SICUREZZA	2034	6,4	13018	T_R < 3,5 s STI > 0,45
HALL AIR SIDE (CHECK IN)	5406	9,8 (max; 12,9, min 6,7)	52979	T_R < 4,5 s STI > 0,45

7.4 INTERVENTI PROGETTUALI

7.4.1 Intervento di controsoffittatura del mezzanino

Per garantire un adeguato confort acustico all'interno dei locali, in tutta l'area del terminal in cui è presente il ribassamento del piano mezzanino, si prevede l'installazione di un controsoffitto dotato di proprietà fonoassorbenti, in grado di ridurre il tempo di riverberazione negli ambienti e di controllare i livelli sonori. L'elemento sarà realizzato in doghe metalliche poste ad altezza 5 metri da terra di dimensione 40x40 mm e di lunghezza tale da ricoprire l'interno mezzanino, intervallate tra loro in modo che la percentuale di copertura delle doghe sia inferiore al 50% della copertura. Questi elementi riflettenti sospesi celano parzialmente alla vista il trattamento fonoassorbente, realizzato per incollaggio all'intradosso del solaio e composto da pannelli in lana di vetro con velo vetro nero a vista di spessore 40 mm e densità 20-30 kg/m^3. Tali pannelli saranno distribuiti su tutta la superficie dei locali posti a piano terra sotto al mezzanino, in modo da garantire un risultato ottimale per il controllo delle riflessioni e del riverbero interno ai vari ambienti.

7.4.2 Intervento di incollaggio pannelli fonoassorbenti su copertura terminal

Per le hall land-side e air-side, si ipotizza l'utilizzo di pannelli in lana di vetro ad alta densità di spessore 20 mm incollati sull'intradosso della copertura. La disposizione è effettuata in maniera distribuita su tutta la superficie, in modo da garantire un effetto omogeneo per il controllo delle riflessioni e del riverbero.

7.5 CARATTERISTICHE ACUSTICHE DEI MATERIALI FONOASSORBENTI IMPIEGATI IN PROGETTO

Per la stima delle caratteristiche acustiche dei materiali fonoassorbenti individuati negli interventi progettuali definiti al paragrafo 7.4, si fa riferimento ai dati di assorbimento acustico indicati nella norma UNI 11532-2 [25] e ai dati di assorbimento acustico ricavati da prove di laboratorio di prodotti commerciali presenti sul mercato italiano. Di seguito in Tabella 16 si riportano i dati in frequenza dei coefficienti di assorbimento acustico α utilizzati nelle analisi della presente sezione dello studio acustico.

Tabella 16: Caratteristiche acustiche dei materiali fonoassorbenti impiegati nello studio. I dati sono ricavati dalle norme di settore o da prodotti commerciali in uso in Italia.

Frequenze (Hz)	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**
Pannelli in lana di vetro con velo vetro nero incollati, spessore 40 mm, densità 20-30 kg/m^3 (par. 7.4.1)	0,11	0,36	0,68	0,88	0,89	0,97
Pannelli in lana di vetro ad alta densità incollati, spessore 20 mm (par. 7.4.2)	0,23	0,27	0,68	0,83	0,83	0,72

7.5.1 Distribuzione degli elementi fonoassorbenti nei locali sottoposti a verifica

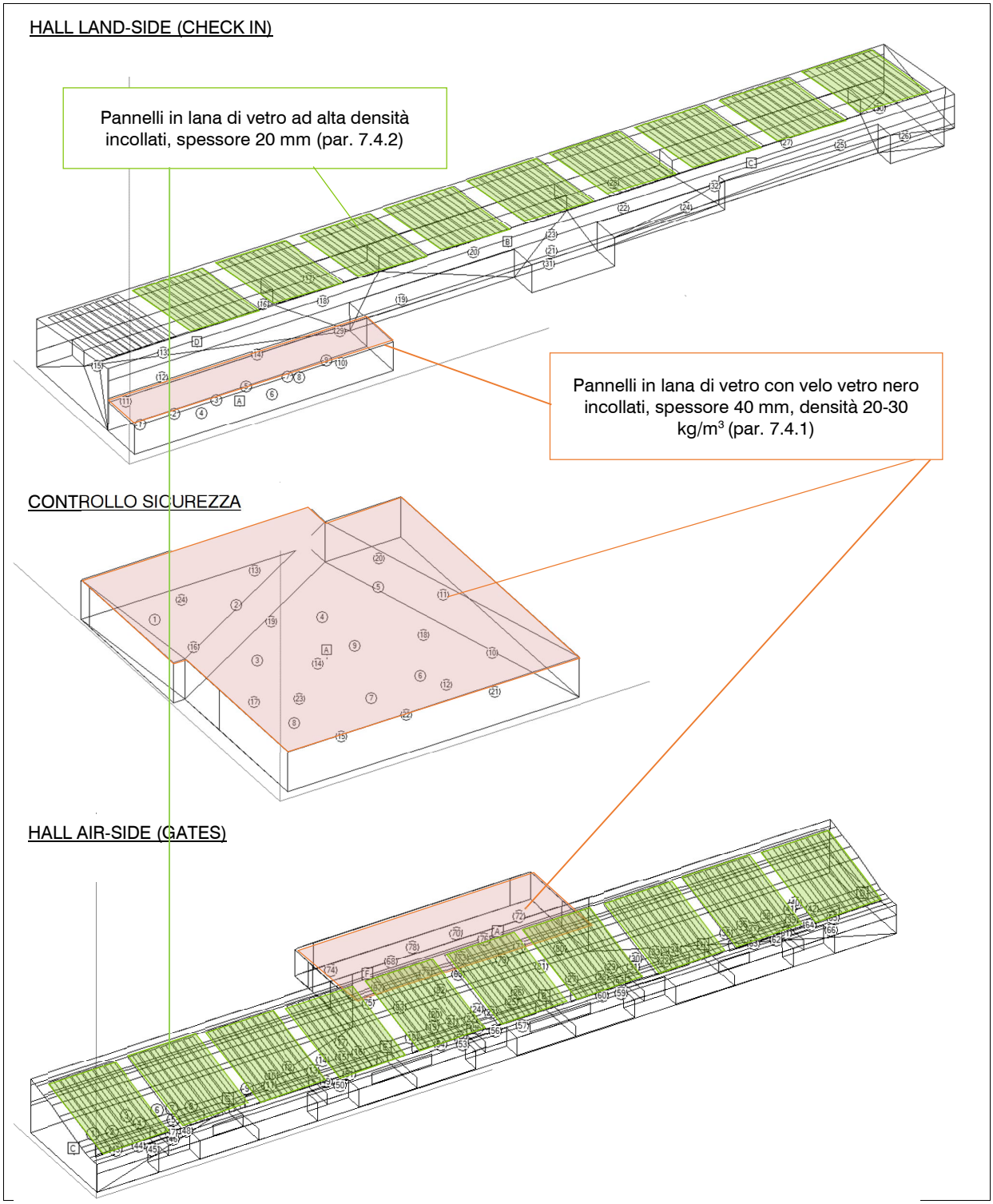
Di seguito, in Tabella 17, è riportata l'indicazione generale della quantità dei vari materiali fonoassorbenti impiegata nei diversi ambienti sottoposti a verifica, individuati al paragrafo 7.3. In particolare, per quanto riguarda le hall land-side e air-side, si prevede l'impiego di pannelli in lana minerale incollati sulla copertura curva in legno del terminal, come descritto all'intervento del paragrafo 7.4.2, mentre in corrispondenza della zona sotto al mezzanino dove è prevista la postazione per il check-in si prevede l'utilizzo di doghe metalliche con pannelli in lana minerale incollati all'intradosso del solaio mezzanino, come indicato al paragrafo 7.4.1. Per quanto riguarda la zona dei controlli di sicurezza, invece, essendo tutta compresa nell'area del piano terra al di sotto del solaio del piano mezzanino, è previsto come unico intervento quello del controsoffitto a doghe con lana minerale incollata all'intradosso del solaio, come descritto al paragrafo 7.4.1. La zona dei negozi e del duty-free, infine, essendo al di sotto del solaio mezzanino, prevederà l'adozione della soluzione progettuale a doghe metalliche e lana minerale incollata all'intradosso del solaio descritta al paragrafo 7.4.1

Tabella 17: Quantità di materiali fonoassorbenti coinvolti nei diversi ambienti soggetti a verifica.

MATERIALI FONOASSORBENTI	**HALL LAND SIDE (CHECK IN)**	**AREA CONTROLLI SICUREZZA**	**HALL AIR SIDE (GATE)**
Pannelli incollati intrad. mezzanino (par. 7.4.1)	497 m^2	2033 m^2	1117 m^2
Pannelli incollati su copertura curva (par. 7.4.2)	2570 m^2	-	2570 m^2

La disposizione geometrica dei differenti materiali fonoassorbenti è schematizzata di seguito in Tabella 18, dove sono riportate le viste dei modelli tridimensionali utilizzati per lo studio.

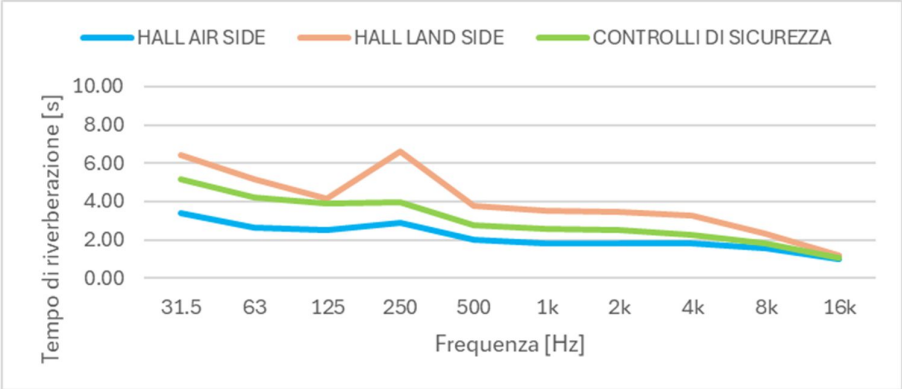
Tabella 18: Modelli tridimensionali degli ambienti analizzati utilizzati per lo studio e indicazione delle superficie fonoassorbenti coinvolte.



7.6 VERIFICHE DEL CONFORT INTERNO

Con il supporto dei metodi di calcolo descritti al capitolo 7.4, si effettua una stima previsionale dei valori di tempo di riverberazione e trasmissibilità del parlato STI, che caratterizzeranno gli ambienti individuati al paragrafo 7.3. Al momento del presente studio, come già espresso al paragrafo 7.1, coerentemente con l'approfondimento tecnico di questa fase progettuale, alcune informazioni necessarie per le analisi di dettaglio del confort acustico interno degli ambienti sono assenti. In particolare, la posizione delle sorgenti sonore nel modello è del tutto ipotetica. I valori esposti nel presente studio, dunque, costituiscono una base di partenza da approfondire una volta nota la configurazione effettiva degli arredi e le caratteristiche e la disposizione degli elementi che compongono il sistema audio per gli annunci, informazioni essenziali per il calcolo dell'indice STI. In Tabella 19, sono riportati i risultati di calcolo per i diversi ambienti analizzati.

Tabella 19: Risultati dello studio previsionale di confort acustico interno.



TEMPO DI RIVERBERAZIONE IN FREQUENZA [s]								
AMBIENTE	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1000 Hz**	**2000 Hz**	**4000 Hz**	**TR MEDIO**	**TR OBIETTIVO**
HALL LAND SIDE	4,15	6,59	3,77	3,51	3,47	3,26	4,13	TR < 4,5 s
CONTROLLI SICUREZZA	3,92	3,93	2,74	2,57	2,49	2,23	2,98	TR < 3,5 s
HALL AIR SIDE	2,48	2,89	1,98	1,83	1,82	1,78	2,13	TR < 4,5 s
TRASMISSIBILITÀ DEL PARLATO STI								
AMBIENTE	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1000 Hz**	**2000 Hz**	**4000 Hz**	**TR MEDIO**	**TR OBIETTIVO**
HALL LAND SIDE	0,43	0,43	0,43	0,43	0,65	0,43	0,47	STI > 0,45
CONTROLLI SICUREZZA	0,44	0,43	0,43	0,43	0,70	0,43	0,48	STI > 0,45
HALL AIR SIDE	0,62	0,64	0,64	0,64	0,67	0,63	0,64	STI > 0,45

8. CONSIDERAZIONI IN MERITO ALL'IMPATTO ACUSTICO

Di seguito, nel presente capitolo, si considera in via previsionale il potenziale impatto acustico dovuto al funzionamento di quelle sorgenti sonore poste a servizio del nuovo edificio che, si prevede, saranno posizionate in ambiente esterno. In particolare, come uniche fonti di emissioni sonore in esterno, si analizza l'impatto delle UTA installate sulla copertura del nuovo edificio dell'aerostazione, all'interno dell'ampio cavedio tecnico oltre all'impatto delle macchine impiantistiche collocate nel piazzale fra il nuovo edificio e quello esistente.

8.1 INQUADRAMENTO ACUSTICO DELL'AREA DI STUDIO: LIMITI VIGENTI

8.1.1 Criterio per la valutazione

Il riferimento fondamentale per la caratterizzazione acustica e per l'impostazione delle analisi è il piano comunale di classificazione acustica, strumento reso obbligatorio dalla L. 447/95 [2] al fine di regolamentare l'inquinamento acustico del territorio e specificato, nei suoi contenuti, nei decreti attuativi della stessa legge. Con la classificazione acustica, si stabilisce, per ogni area omogenea del territorio comunale, quali siano i livelli acustici ammissibili per le sorgenti fisse. Tali livelli, sotto forma di limiti, sono definiti nel D.P.C.M. 14/11/1997 [3]. La rumorosità delle infrastrutture di trasporto, siano esse stradali, ferroviarie o aeroportuali è disciplinata da ulteriori specifici decreti attuativi.

8.1.2 La pianificazione acustica del comune di Lamezia Terme

Nel PCCA, piano comunale di classificazione acustica di Lamezia Terme, sono riassunte tutte le indicazioni normative e legislative vigenti, concretizzate nella pianificazione dei limiti in termini di livelli acustici su tutto il territorio comunale. Ai sensi della legislazione vigente, le varie aree del territorio comunale sono suddivise in sei classi acusticamente omogenee, in funzione della destinazione d'uso attuale. Per ciascuna di queste classi, e, quindi, per ciascuna area del territorio comunale, sono fissati i limiti di zona, nel rispetto delle indicazioni previste nel D.P.C.M. 14/11/1997 [3]. In particolare, si individuano, come riferimento, i valori definiti da:

- **Limiti di emissione**: valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa;
- **Limiti di immissione**: valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore in ambiente abitativo o esterno, misurato in prossimità dei ricettori.

I valori sono definiti nelle Tabelle B, C e D allegate al D.P.C.M. 14/11/1997 [3] e sono distinti in limiti vigenti nel periodo di riferimento diurno, compreso fra le ore 6:00 del mattino e le ore 22:00, e limiti vigenti nel periodo di riferimento notturno, nel restante arco della giornata.

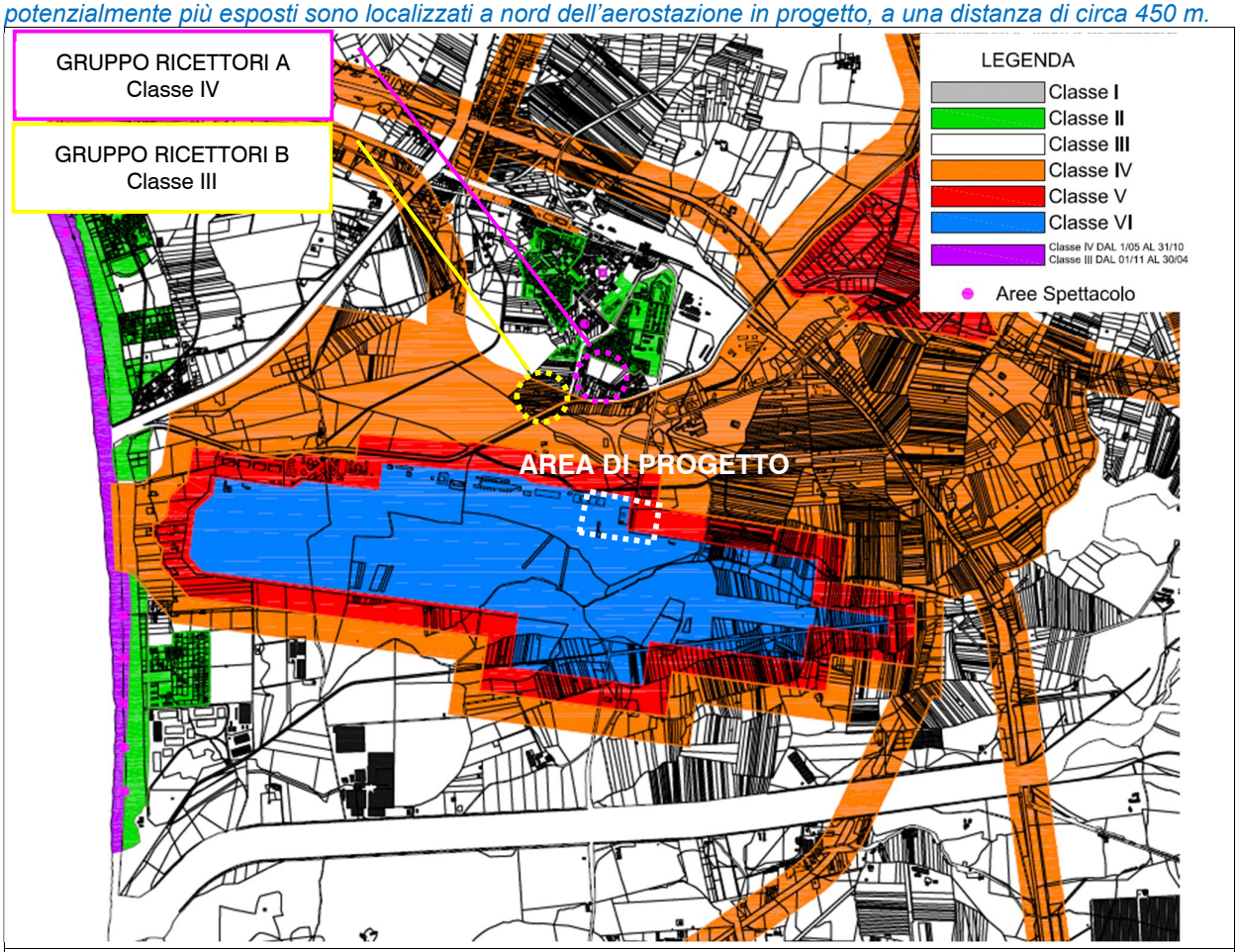
8.1.3 Definizione dei limiti acustici di riferimento per l'area di studio

L'area che include il nuovo edificio in progetto è posta all'interno della zona aeroportuale, inclusa in un'area di classe VI.

8.1.4 Identificazione dei potenziali ricettori

I più vicini ricettori potenziali sono localizzati a nord dell'edificio in progetto, in aree di classe IV e di classe III. Nel circondario, sono del tutto assenti ricettori di tipo sensibile. I relativi limiti di riferimento sono riportati di seguito in Tabella 20.

Tabella 20: Inquadramento: classificazione acustica del comune di Lamezia Terme. I ricettori residenziali potenzialmente più esposti sono localizzati a nord dell'aerostazione in progetto, a una distanza di circa 450 m.



CLASSI ACUSTICHE AI SENSI DEL DPCM 14/12/1997		
CLASSE VI – AREE DI TIPO MISTO (SITO DI COSTRUZIONE)	**DIURNO (06-22)**	**NOTTURNO (22-06)**
Limiti di emissione	65 dBA	65 dBA
Limiti di immissione	70 dBA	70 dBA
CLASSE IV – GRUPPO RICETTORI A (distanza 450 m)	**DIURNO (06-22)**	**NOTTURNO (22-06)**
Limiti di emissione	60 dBA	50 dBA
Limiti di immissione	65 dBA	55 dBA
CLASSE III – GRUPPO RICETTORI B (distanza 630 m)	**DIURNO (06-22)**	**NOTTURNO (22-06)**
Limiti di emissione	55 dBA	45 dBA
Limiti di immissione	60 dBA	50 dBA

8.2 CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI SONORE

8.2.1 Sorgenti sonore

Le sorgenti sonore identificate per gli obiettivi del presente studio consistono in un complesso di nove pompe di calore poste al piano terra, nell'area esterna del polo tecnologico posto fra l'edificio dell'aerostazione esistente e il nuovo stabile in progetto. Parte di queste sorgenti è già disponibile e funzionante allo stato attuale, mentre un'altra parte sarà installata conformemente alle previsioni progettuali. In aggiunta a questi elementi impiantistici, inoltre, è prevista l'installazione di un gruppo di nove UTA sul mezzanino di copertura della nuova aerostazione.

8.2.2 Potenza sonora delle sorgenti

In questa fase della progettazione, i dati a disposizione inerenti le macchine impiantistiche che saranno installate non sono definiti con un dettaglio tale da poter condurre un'analisi in frequenza delle emissioni sonore. Considerando la notevole distanza fra le sorgenti e i potenziali ricettari, questa ipotesi risulta essere comunque adeguata. Si valuta quindi il livello di potenza sonora globale delle sorgenti analizzate, le cui caratteristiche emissive sono riportate di seguito in Tabella 21. I dati sono ricavati sia da informazioni fornite dai progettisti della parte impiantistica, sia da altre esperienze di misura di sorgenti comparabili con quelle in progetto. La posizione planimetrica indicativa delle sorgenti sonore è riportata di seguito in Tabella 22.

Tabella 21: Caratteristiche acustiche delle sorgenti sonore analizzate. I codici identificativi delle sorgenti sonore rimandano alla posizione planimetrica delle stesse, riportata di seguito in Tabella 22.

TIPOLOGIA IMPIANTISTICA	**POSIZIONE**	**NUMERO**	**LIVELLO DI POTENZA SONORA L_{wA}**
PDC	piano terra nel polo tecnologico	4	90 dBA
PDC	piano terra nel polo tecnologico	2	87 dBA
PDC	piano terra nel polo tecnologico	3	92 dBA
UTA	copertura mezzanino	9	ARIA ESTERNA 70 dBA MANDATA 71 dBA ESTRAZIONE 70 dBA ESPULSIONE 86 dBA IRRADIATO 73 dBA

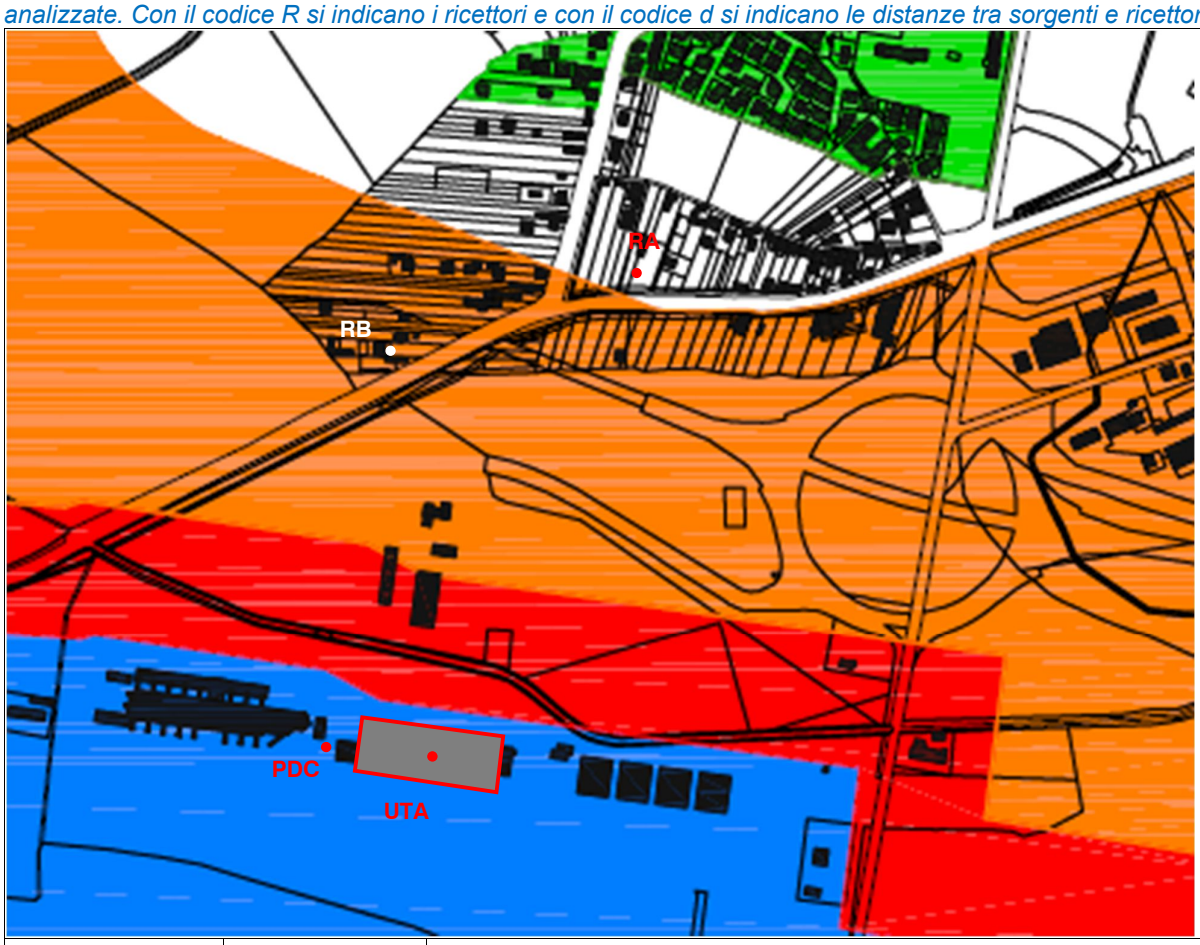
8.2.3 Ipotesi riguardo al funzionamento delle sorgenti

Per il calcolo delle emissioni, si considera cautelativamente che l'attività delle sorgenti sonore sia continua nell'arco delle 24 ore, a regime costante e stazionario alla massima potenza disponibile. Le verifiche, quindi, interessano sia il periodo di riferimento diurno, sia quello notturno.

8.3 INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI PIÙ ESPOSTI

Di seguito, in Tabella 22, è individuata la posizione dei ricettori più vicini alle sorgenti in esame e quindi potenzialmente più esposti agli impatti acustici dovuti alle attività degli impianti a servizio del nuovo edificio in progetto. Entrambi i ricettori sono di tipo residenziale e sono caratterizzati da due piani fuori terra. La distanza minima fra sorgenti e ricettore è pari a circa 55 m.

Tabella 22: Individuazione in pianta dei ricettori più esposti e della posizione delle sorgenti impiantistiche analizzate. Con il codice R si indicano i ricettori e con il codice d si indicano le distanze tra sorgenti e ricettori.



COD RICETTORE	TIPOLOGIA	SORGENTI E RELATIVE DISTANZE
RB	RESIDENZIALE	UTA: $d_{R1\text{-}UTA}$ = 460 m PDC: $d_{R1\text{-}PDC}$ = 420 m
RA	RESIDENZIALE	UTA: $d_{R2\text{-}UTA}$ = 600 m PDC: $d_{R2\text{-}PDC}$ = 610 m

8.4 ELEMENTI DI MITIGAZIONE DELLE EMISSIONI SONORE

Le sorgenti sonore impiantistiche poste sul mezzanino di copertura del nuovo edificio dell'aerostazione, essendo installate a una quota ribassata rispetto alla parte curva della copertura, risultano essere completamente schermate per effetto della forma degli elementi architettonici, come di seguito illustrato in Figura 3. Le pareti esterne che chiudono il mezzanino hanno un'altezza di circa 8 m e, quindi, funzionano come delle barriere acustiche nei confronti delle emissioni sonore delle sorgenti. Questa configurazione, quindi, contribuisce sensibilmente alla riduzione della propagazione del rumore verso l'ambiente circostante.

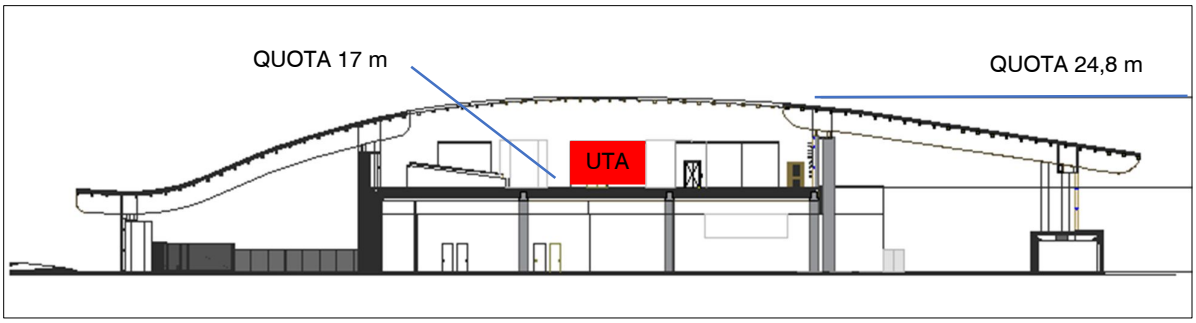


Figura 3: Schema illustrativo della posizione delle sorgenti impiantistiche installate sul mezzanino di copertura del nuovo edificio dell'aerostazione. La forma architettonica dello stabile costituisce una schermatura alle emissioni sonore.

8.5 CONSIDERAZIONI SULLA COMPATIBILITÀ DELLE EMISSIONI

8.5.1 Verifica dei limiti di emissione

In prima approssimazione, si calcola il livello di pressione sonora ascrivibile all'esercizio delle sorgenti impiantistiche in corrispondenza dei due ricettori più vicini, considerando l'effetto della schermatura. In particolare, con un coefficiente di direttività Q pari a 2, si stima un livello di pressione sonora pari a 39,3 dBA in corrispondenza del ricettore RB e pari a 36 dBA in corrispondenza del ricettore RA. Con le ipotesi descritte, pertanto, tale valore può essere interpretato come un limite superiore per le emissioni sonore, dato che esso è significativamente superiore a quello che realmente interesserà i vicini ricettori. Tuttavia, lo studio di questa ipotesi estremamente cautelativa permette di evidenziare come il livello di pressione sonora risulti comunque sensibilmente inferiore rispetto ai limiti assoluti di emissione semplicemente per effetto della divergenza geometrica. Nelle condizioni stimate, infatti, i valori del livello assoluto di emissione risultano essere inferiori ai limiti della classe III e della classe IV sia nel periodo di riferimento diurno, sia in quello notturno.

8.5.2 Osservazioni sul rispetto dei limiti di immissione

Considerando il ridotto valore calcolato per i livelli assoluti di emissione ai ricettori, non si stima alcuna influenza sui livelli di immissione assoluta e differenziale. Il livello stimato, infatti, è al di sotto della soglia di applicabilità del limite differenziale di immissione sia per il periodo di riferimento diurno, sia per quello notturno.

8.5.3 Valutazione previsionale dell'impatto acustico

In conclusione, quindi, non si evidenzia alcuna criticità nel rispetto dei limiti previsti dalla legislazione vigente in materia di inquinamento acustico. Dato il ridotto valore dei livelli sonori stimati per le emissioni sonore degli impianti a servizio del nuovo edificio, non si stima alcuna influenza che possa alterare significativamente la situazione attuale.

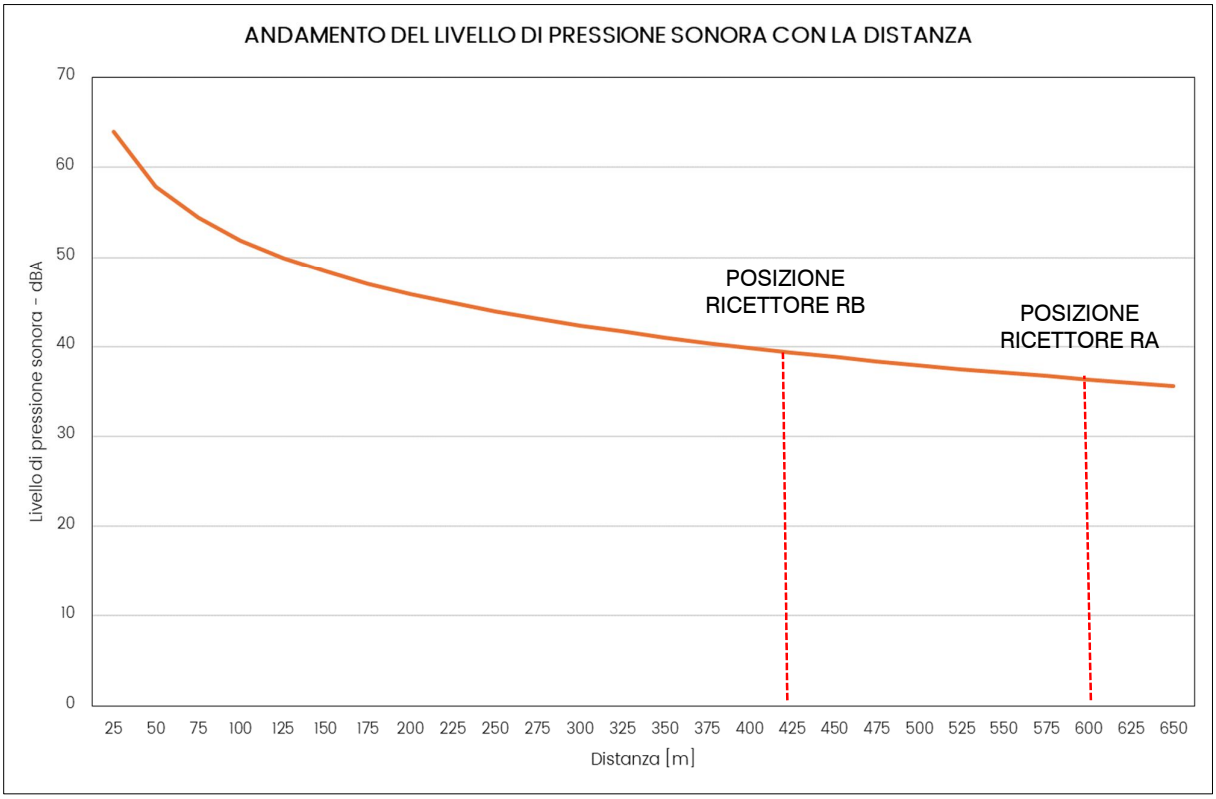


Figura 4: Andamento del livello di pressione emesso dal complesso impiantistico a servizio del complesso aeroportuale al variare della distanza. In corrispondenza dei due gruppi di ricettori posti a distanza minore rispetto alle sorgenti, i livelli sonori calcolati sono sensibilmente inferiori ai rispettivi limiti di emissione e sono anche inferiori alla soglia di applicabilità del limite differenziale. In queste condizioni, quindi, non si stimano potenziali criticità nel rispetto dei limiti vigenti.

9. CONCLUSIONI

Nel presente studio, si approfondiscono i temi dell'isolamento dell'edificio e dell'impatto acustico delle sorgenti impiantistiche relativamente al progetto esecutivo per lo SVILUPPO AEROSTAZIONE PASSEGGERI (LOTTO L1) dell'aeroporto civile di Lamezia Terme (CZ) con l'obiettivo di verificare la corrispondenza delle soluzioni tecniche adottate con gli standard definiti dalla normativa nazionale.

9.1 INQUADRAMENTO PROGETTUALE E INDIVIDUAZIONE DELL'AREA DI STUDIO

Il sito interessato dalla realizzazione degli interventi in progetto è ricompreso all'interno del territorio amministrativo del comune di Lamezia Terme, nella provincia di Catanzaro, a sudovest del centro abitato. Sinteticamente, l'intervento consiste nella costruzione di un nuovo edificio di tipo terziario in continuità con l'aerostazione esistente e destinato a ospitare la parte dei servizi aeroportuali riservata alle partenze. L'area circostante al sito di interesse è adibita a scalo aereo ed è circondata da una più ampia zona a carattere prevalentemente agricolo. Gli insediamenti di tipo residenziale più vicini si trovano in direzione nord, a una distanza di circa 420 m dal nuovo edificio.

9.2 VERIFICA DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Con alcune prescrizioni riguardo alle soluzioni costruttive e alle prestazioni minime dei materiali, si verifica la completa rispondenza del progetto alle indicazioni della normativa nazionale vigente nell'ambito dell'acustica edilizia. Le soluzioni adottate, quindi, risultano essere conformi al D.M. 23/06/2022 [13] e al D.P.C.M. 5/12/1997 [4].

9.3 CONSIDERAZIONI IN MERITO ALL'IMPATTO ACUSTICO

Non si evidenzia alcuna criticità nel rispetto dei limiti previsti dalla legislazione vigente in materia di inquinamento acustico per effetto della realizzazione del progetto. Dato il ridotto valore dei livelli sonori stimati in corrispondenza dei ricettori residenziali più prossimi e dovuti alle emissioni sonore degli impianti a servizio del nuovo edificio, non si stima alcuna influenza che possa alterare significativamente la situazione attuale.

TRENTO, FEBBRAIO 2025

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO
MATTEO AGOSTINI

ING. MATTEO AGOSTINI
TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA

ING. ELENA MARGESIN
TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA

10. BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

10.1 NORMATIVA NAZIONALE DI RIFERIMENTO

[1] D.P.C.M. 1 marzo 1991, “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”;

[2] L. 26 ottobre 1995, n. 447, “Legge quadro sull’inquinamento acustico”;

[3] D.P.C.M. 14 novembre 1997, “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”;

[4] D.P.C.M. 5 dicembre 1997, “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”;

[5] D.M. 16 marzo 1998, “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico”;

[6] D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459, Regolamento recante norme di esecuzione dell’articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario;

[7] D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142, “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della L. 26 ottobre 1995, n. 447”;

[8] L. 30 ottobre 2014, n. 161, “Disposizioni per l'adempimento degli obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia all'Unione europea - Legge europea 2013-bis”;

[9] D.M. 24 dicembre 2015, “Adozione dei criteri ambientali minimi per l’affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione e criteri ambientali minimi per le forniture di ausili per l’incontinenza”;

[10] D.M. 11 gennaio 2017, “Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l’edilizia e per i prodotti tessili”;

[11] D. Lgs. 17 febbraio 2017, n. 42 “Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161”;

[12] D.M. 11 ottobre 2017, “Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici”;

[13] D.M. 23 giugno 2022, “Criteri ambientali minimi per l’affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l’affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l’affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi”;

10.2 NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

[14] UNI EN ISO 12354-1:2017 Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti - Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti;

[15] UNI EN ISO 12354-2:2017 Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti - Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti;

[16] UNI EN ISO 12354-3:2017 Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti - Parte 3: Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea;

[17] UNI EN ISO 12354-4:2017 Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti - Parte 4: Trasmissione del rumore interno all'esterno;

[18] UNI EN 12354-5:2023 Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di elementi - Parte 5: Livelli sonori dovuti agli impianti;

[19] UNI EN 12354-6:2006 Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi;

[20] UNI 11175-1:2021 Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 1: Applicazione delle norme tecniche alla tipologia costruttiva nazionale;

[21] UNI 11175-2:2021 Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 2: dati di ingresso per il modello di calcolo;

[22] UNI 11367:2023 Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera;

[23] UNI 11516:2013 Indicazioni di posa in opera dei sistemi di pavimentazione galleggiante per l'isolamento acustico;

[24] UNI 11532-1:2018 Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati - Metodi di progettazione e tecniche di valutazione - Parte 1: Requisiti generali;

[25] UNI 11532-2:2020 Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati - Metodi di progettazione e tecniche di valutazione - Parte 2: Settore scolastico;

[26] UNI EN ISO 717-1:2021 Acustica Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 1: Isolamento acustico per via aerea:

[27] UNI EN ISO 717-2:2021 Acustica Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 2: Isolamento dal rumore di calpestio

[28] UNI 11673-1:2017 - Posa in opera di serramenti - Parte 1: Requisiti e criteri di verifica della progettazione;

[29] UNI EN ISO 717-1:2021 Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 1: Isolamento acustico per via aerea;

[30] UNI EN ISO 717-2:2021 Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 2: Isolamento dal rumore di calpestio;

10.3 BIBLIOGRAFIA TECNICA DI RIFERIMENTO

[31] ANIT (2011), “Collana l’isolamento termico e acustico – Vol 3, Manuale di acustica edilizia”, Bologna, TEP s.r.l. Editore;

[32] ANIT (2011), “Collana l’isolamento termico e acustico – Vol 6, Classificazione acustica delle unità immobiliari”, Bologna, TEP s.r.l. Editore;

[33] C. BENEDETTI ET AL. (2010), “Sistema finestra”, Bolzano Bozen, Bolzano University Press;

[34] E. BROSIO ET AL. (2007) “Comportamento acustico dei solai in laterocemento: considerazioni preliminari su alcuni dati sperimentali, Atti del seminario “Il controllo del rumore di calpestio: progettazione e verifica ai sensi del D.P.C.M. 5-12-97”, Associazione Italiana di Acustica GAE 2;

[35] G. BRAMBILLA ET AL. (2005), “Dalla classificazione acustica del territorio al risanamento”, Bologna, Associazione Italiana di Acustica;

[36] A. BRIGANTI (2008), “Il controllo del rumore negli impianti di climatizzazione e negli edifici”, Milano, Ed. Tecniche Nuove;

[37] C. CELLAMARE, D. COLOZZA (2011), “Città e rumore – Metodologie di pianificazione ambientale”, Milano, Edicom Edizioni;

[38] L. HAMAYON (2009), “L’acustica nell’edificio – Progettazione e tecniche di realizzazione”, Napoli, Gruppo editoriale Esselibri – Simone;

[39] K. A. HOOVER (1999), “Compendio di acustica”, Milano, Ed. Giorgio Campolongo;

[40] I. OBERTI (2011), “Il benessere acustico dell’edificio”, Sant’Arcangelo di Romagna, Maggioli Editore;

[41] A. PERETTI, G. LICITRA (2001), “Noise mapping, determinazione e gestione del rumore ambientale”, Bologna, Associazione Italiana di Acustica;

[42] R. SPAGNOLO (2001), “Manuale di acustica applicata” Torino, Ed. UTET Libreria s.r.l. ;

10.4 DOCUMENTAZIONE CONSULTATA

[43] Piano di classificazione acustica del comune di Lamezia Terme;

[44] Haan, Chan. (2015). Acoustic Design of the New Passenger Terminal at Incheon International Airport Using Computer Modeling.

ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA

10.5 PRESTAZIONI ACUSTICHE E REQUISITI DEI COMPONENTI EDILIZI

dataholz.eu

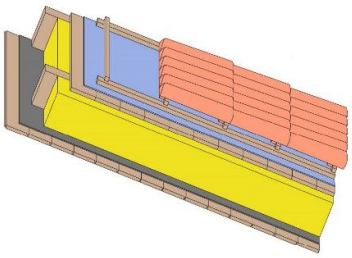
Designation:	sdrhzo03a-00
Last updated:	8/2/23
Source:	Holzforschung Austria
Editor:	HFA, PLB

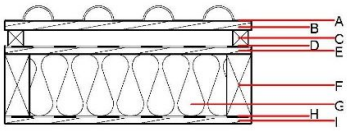
Pitched roof - sdrhzo03a-00

pitched roof, timber frame construction, ventilated, without dry lining, directly, wooden surface

Performance rating

Fire protection performance	**REI**	30
maximum span = 5 m; maximum load $E_{d;i}$ = 4,5 kN/m²		
Classified by HFA		
Thermal performance	**U**	0.19 W/(m²K)
	Diffusion	suitable
Calculated by HFA		
Acoustic performance	**R_w (C_i;C_{tr})**	47(-3;-10) dB
	$L_{n,w}$ (C_I)	
Assessed by TGM		
Mass per unit area	**m**	81.80 kg/m²





Note: The design of the under-roof construction and of the counter-battens have to be specified according to the roof pitch and the national requirements.

Register of building materials used for this application, cross-section (from outside to inside, dimensions in mm)

	Thickness	Building material	Thermal performance				Reaction to fire
			λ	μ min – max	ρ	c	EN
A		concrete roof tile or tiled roof			2100		A1
B	30.0	spruce wood battens (30/50)	0.120	50	450	1.600	D
C	50.0	spruce wood counter battens (minimum height 50 mm)	0.120	50	450	1.600	D
D		sarking membrane sd ≤ 0,3 m			1000		E
E	22.0	planking spruce wood full formwork	0.120	50	450	1.600	D
F	220.0	construction timber (80/..; e=800)	0.120	50	450	1.600	D
G	220.0	mineral wool [038; ≥33; ≥1000°C]	0.038	1	33	1.030	A1
H		vapour barrier sd≥ 11 m			1000		
I	19.0	planking profile C	0.120	50	450	1.600	

Sustainability rating (per m²)

Database ecoinvent

$OI3_{Kon}$	29.1

Calculated by HFA

dataholz.eu – Catalogue of timber building materials, components and component connections reviewed to consider thermal, acoustic, fire performance requirements and ecological drivers for timber construction released by accredited testing institutes.
These datasheets will generally be accepted as proofs of compliance by building authorities.

Page 1

modulo uno SpA

n° 0085

10156 TORINO (ITALY) – 21, Via Cuorgnè
Telefono +39.011.22.22.225 – Fax +39.011.22.22.226
e-mail info@modulouno.it – sito: www.modulouno.it

RAPPORTO DI PROVA N° **M1.08.RFIS.306/32956**

Pagina 1 di 6

Cliente / Richiedente	**ROCKWOOL ITALIA S.p.a.** **Via Londonio, 2** **20154 Milano**
Costruttore / Proprietario	**ROCKWOOL ITALIA S.p.a.** **Via Londonio, 2** **20154 Milano**
Sito di prova / Stabilimento	Modulo Uno S.p.A. Via Cuorgnè 21 - 10156 Torino TO
Norme di riferimento	**UNI EN ISO 140-3 2006 + UNI EN ISO 717-1 2007** **Misurazione in laboratorio dell'isolamento per via aerea di elementi di edificio**
Scopo della prova	Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea.
Oggetto sottoposto a prova	Copertura con struttura portante ed assito in legno, coibentata in estradosso con 100 mm di ROCKWOOL 234 e 40 mm di ROCKWOOL 211
Nome commerciale / matricola dell'oggetto sottoposto a prova forniti dal richiedente	**Copertura con struttura portante ed assito in legno, coibentata in estradosso con 100 mm di ROCKWOOL 234 e 40 mm di ROCKWOOL 211**
Data esecuzione della prova	2008/05/14
Allegati al Rapporto di prova	nessuno

0	2008-07-01	Dott. Federico Marengo	Dott. Federico Marengo
Revisione	Data di emissione	Il Responsabile Prova Taratura	Il Responsabile Area Prove Tarature Acustiche e Vibrometriche

Il presente Rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio
I risultati della prova si riferiscono unicamente all'oggetto provato.

modulo uno SpA

Spinal n° 0085

RAPPORTO DI PROVA N° **M1.08.RFIS.306/32956**

Pagina 2 di 6

Scostamento rispetto alla norma di riferimento

N/A

Codice identificativo del laboratorio dell'oggetto sottoposto a prova

08.390

Data ricevimento in laboratorio dell'oggetto sottoposto a prova

2008/05/13

Piano e/o procedure di campionamento applicati

Campionamento effettuato dal cliente/richiedente.

Descrizione dell'oggetto sottoposto a prova fornita dal richiedente

Il campione sottoposto a prova è rappresentativo di una chiusura di tetto in legno, composta da travi in legno di abete con dimensioni in sezione 80x120 mm posizionati in modo da formare una struttura di travi di supporto su cui viene applicato un pacchetto di copertura in estradosso.

Il pacchetto è costituito da una copertura a singolo assito avente, a partire dall'estradosso la seguente stratigrafia:

- lastre antimeteoriche HEDAR alluminio preverniciato in lega 3004 UNI 9003/2 sp. 8/10 mm tipo MegaRoof Plus di lunghezza pari alla lunghezza totale della falda del campione in prova, nervature di altezza nominale 75 mm passo 500 mm, accostamento longitudinale dei lembi mediante sovrapposizione e aggraffatura meccanica. L'ancoraggio degli elementi ai sottostanti distanziali rigidi è effettuato senza forature della lamiera stessa mediante apposite staffe in nylon opportunamente fissate con rivetti disposti ad interasse tale da resistere ai carichi accidentali positivi e negativi;
- distanziali rigidi compositi HEDAR costituiti da un doppio profilo presso piegato a "ZETA" in acciaio zincato, altezza 135 mm e spessore 15/10 mm. I distanziali sono stati ancorati al sottostante assito di legno mediante viti autofilettanti;
- materiale isolante, spessore 40 mm, realizzato mediante l'accostamento di pannelli in lana di roccia denominati "ROCKWOOL 211" ed aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
  - lunghezza nominale: 1200 mm
  - larghezza nominale: 600 mm
  - spessore nominale: 40 mm
  - densità nominale: 40 Kg/m^3;
- materiale isolante, spessore 100 mm, realizzato mediante l'accostamento di pannelli in lana di roccia denominati "ROCKWOOL 234" ed aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
  - lunghezza nominale: 1200 mm
  - larghezza nominale: 600 mm
  - spessore nominale: 100 mm
  - densità nominale: 100 Kg/m^3;
- barriera al vapore composta da un film in poliestere con rivestimento in alluminio, pellicola in polietilene e rete di rinforzo, peso nominale 180 g/m^2 e valore Sd > 100 m;

modulo uno SpA

n° 0085

RAPPORTO DI PROVA N° **M1.08.RFIS.306/32956**

Pagina 3 di 6

- assito composto da perline maschiate in legno di abete spessore 30 mm e larghezza 130 mm, densità nominale 500 Kg/m^3 ca e percentuale di umidità 14%;
- travi in legno di abete, sezione 80x120 mm, interasse 68 cm, densità nominale 500 Kg/m^3 e percentuale di umidità 14%.

Montaggio del campione in prova a cura del Richiedente / Costruttore

Il campione in prova è stato montato/posizionato tra le camere di prova, presso il laboratorio a cura del committente nei modi previsti dallo stesso,

Modalità di esecuzione della prova

La prova è stata eseguita secondo le modalità della norma di riferimento.

Strumentazione utilizzata

Strumento	Marca	Modello	Classe	Matricola
Fonometro	01 dB	Symphonie	1	00423
Microfono	Rion	UC-53A	--	100064
Preamplificatore microfonico	Bruel & Kjaer	--	--	--
Calibratore	Larson Davis	CAL200	1	1119

Il fonometro ed il calibratore utilizzati per la prova sono stati tarati presso il Centro di Taratura SIT n° 62 - Modulo Uno S.p.A.

Superficie totale campione in prova

9,17 m^2

Densità superficiale

35,0 kg/m^2 circa (dato fornito dal committente)

Condizioni ambientali

Temperatura = 21,6 °C
Umidità relativa = 25,8 %

Tipo di rumore utilizzato

rosa a banda larga

modulo uno SpA

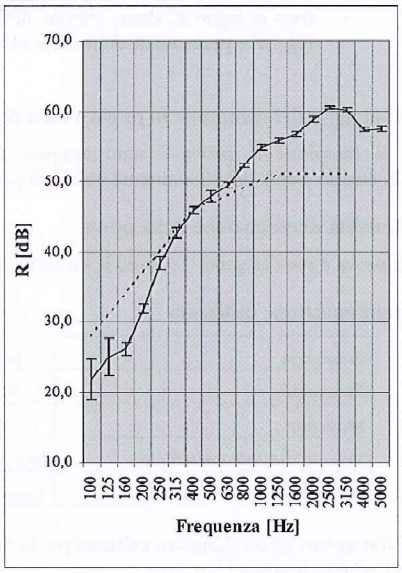
SINAL n° 0085

RAPPORTO DI PROVA N° **M1.08.RFIS.306/32956**

Pagina 4 di 6

RISULTATI

Frequenza [Hz]	Potere fonoisolante [dB]	Incertezza estesa U	Gradi di libertà effettivi	Fattore di copertura	Livello di fiducia [%]
100	21,7	2,9	5,8	2,65	95,45
125	25,1	2,7	4,7	2,87	
160	26,2	0,9	14,4	2,20	
200	31,8	0,6	11,1	2,25	
250	38,4	0,9	12,0	2,23	
315	42,6	0,8	11,5	2,25	
400	45,9	0,5	14,3	2,20	
500	47,8	0,8	14,2	2,20	
630	49,4	0,4	18,1	2,15	
800	52,2	0,3	12,9	2,23	
1000	54,8	0,4	14,7	2,20	
1250	55,6	0,4	14,4	2,20	
1600	56,7	0,4	13,3	2,21	
2000	58,7	0,4	16,6	2,17	
2500	60,5	0,2	12,3	2,23	
3150	60,1	0,3	12,2	2,23	
4000	57,3	0,3	14,3	2,20	
5000	57,5	0,4	13,3	2,21	



Valutazione secondo la norma UNI EN ISO 717-1 1997

	R_W [dB]	C	Ctr
	47	**-3**	**-9**
Limite fiduciario inferiore[1] (1)	46	-4	-10
Limite fiduciario superiore[2] (1)	48	-3	-8

R_W indice di valutazione del potere fonoisolante: valore, in decibel, della curva di riferimento a 500 Hz dopo spostamento della curva secondo il metodo specificato nella parte prima della ISO 717.

[1] Valore determinato sottraendo, per ogni terzo d'ottava, a R_{iesimo} il valore dell'incertezze estesa.
[2] Valore determinato sommando, per ogni terzo d'ottava, a R_{iesimo} il valore dell'incertezze estesa.
(1) Grandezza al di fuori dell'accreditamento SINAL.

modulo uno SpA

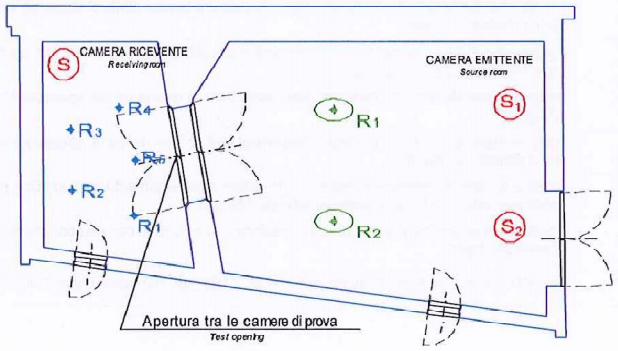
sinal n° 0085

RAPPORTO DI PROVA N° **M1.08.RFIS.306/32956**

Pagina 5 di 6

Figura 1: Planimetria della camera di prova

Dimensioni - *Dimensions*
Volume camera emittente - *Source room volume*
V = 219,4 mc
Volume camera ricevente - *Receiving room volume*
V = 74,0 mc
Apertura tra le camera di prova - *Test opening*
S = 9,17 mq



Rn posizione microfonica
microphone position

Sn posizione sorgente
sound source position

CONFIGURAZIONE TIPO - *Configuration*:
Disposizione sorgenti, microfoni e campione
Sound sorces, microphones and testing sample disposition

02

Dis. n.

N.B.: Questo disegno non può essere realizzato, riprodotto o comunicato a terzi senza autorizzazione scritta.

modulo uno SpA

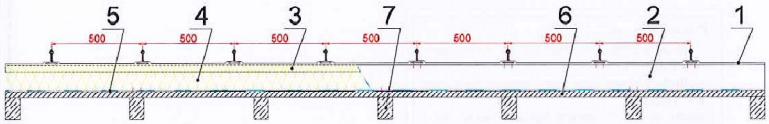
n° 0085

RAPPORTO DI PROVA N° **M1.08.RFIS.306/32956**

Pagina 6 di 6

Figura 2: Disegno della configurazione di posa adottata nella prova fornito dal richiedente

Pacchetto di copertura



Legenda

Simbolo	Descrizione
1	Copertura metallica continua in lastre di alluminio preverniciato lega 3004 UNI 9003/2 sp. 8/10 mm tipo "MEGAROOF PLUS" fissate alla sottostruttura tramite staffa di fissaggio interno in nylon rinforzato - Hedar;
2	Distanziale a "ZETA" corrente in acciaio zincato S250GD Z100-N-A UNI 10147, sp 15/10 mm, H = 135 mm, fissato alla struttura lignea con viti;
3	Strato di materiale isolante: pannello "**Rockwool 211**" in lana di roccia, spessore 40 mm e densità 40 Kg/m^3;
4	Strato di materiale isolante: pannello "**Rockwool 234**" in lana di roccia, spessore nominale 100 mm e densità 100 Kg/m^3;
5	Barriera al vapore: pellicola multistrato in poliestere con rivestimento in alluminio e pellicola in polietilene, rete di rinforzo, massa superficiale 180 g/m^2;
6	Assito in legno: perlina in legno di abete, sezione 130 x 30 mm, con percentuale di umidità 14%, densità 500 Kg/m^3;
7	Travetto in legno lamellare di abete, sezione 80 x 120 mm, con percentuale di umidità 14%

10.6 VERIFICA PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

RELAZIONE PROGETTO REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

DATI DEL PROGETTO

Unità immobiliare	Lamezia Terme – Terminal partenze
Destinazione d'uso	Servizi aeroportuale - terziario

RISULTATI SINTETICI DEL PROGETTO

$D_{2m,nT,w}$ - Isolamento acustico di facciata

	Facciate	$D_{2m,nT,w}$ [dB]
1	D1 SUD	54.0
2	D1 EST	54.9
3	D1 TETTO	49.4
4	D2	52.2
5	D3	53.1

	Facciate di ambienti d'angolo	$D_{2m,nT,w}$ [dB]
1	D1	50.9

Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.4.6

CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

D1 SUD

Dati geometrici

Volume dell'ambiente [m³]	3987.00
Superficie della facciata [m²]	141.10

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R_w / D_{new} [dB]	ΔR_w esterno [dB]	ΔR_w interno [dB]
1	0.ME.00+1.MI.08A	44.10	57.00	-	-
2	Nuovo serramento	97.00	46.00	-	-

Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	2
Forma di facciata ΔL_{fs} [dB]	-1
Tipo	Ballatoio*
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento α_w	αw ≤ 0,3

Risultati

R'_w [dB]	45.5
$D_{2m,nT,w}$ [dB]	54.0
Categoria dell'edificio	
$D_{2m,nT,w}$ minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	0.0
Verifica limite	✓ VERIFICATO

D1 EST

Dati geometrici

Volume dell'ambiente [m³]	3987.00
Superficie della facciata [m²]	189.00

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R_w / D_{new} [dB]	ΔR_w esterno [dB]	ΔR_w interno [dB]
1	0.ME.00+1.MI.08A	92.40	57.00	-	-
2	Nuovo serramento	96.60	46.00	-	-

Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	2
Forma di facciata ΔL_{fs} [dB]	0
Tipo	Facciata piana
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento α_w	αw ≤ 0,3

Risultati

R'_w [dB]	46.6
$D_{2m,nT,w}$ [dB]	54.9
Categoria dell'edificio	
$D_{2m,nT,w}$ minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	0.0
Verifica limite	✓ VERIFICATO

Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.4.6

D1 TETTO

Dati geometrici

Volume dell'ambiente [m³]	3987.00
Superficie della facciata [m²]	468.30

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R_w / D_{new} [dB]	ΔR_w esterno [dB]	ΔR_w interno [dB]
1	0.CO.05	468.30	47.00	-	-

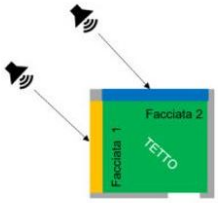
Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	2
Forma di facciata ΔL_{fs} [dB]	0
Tipo	Facciata piana
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento α_w	αw ≤ 0,3

Risultati

R'_w [dB]	45.0
$D_{2m,nT,w}$ [dB]	49.4
Categoria dell'edificio	
$D_{2m,nT,w}$ minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	0.0
Verifica limite	✓ VERIFICATO

D1 - Facciate di ambienti d'angolo

Descrizione	D1
Piano	Terra
Tipo di ambiente	Ambiente d'angolo con due pareti e un tetto
Posizione sorgente	

Facciate coinvolte nel calcolo	$D_{2m,nT,w}$ [dB]
Facciata 1 - D1 SUD	54.0
Facciata 2 - D1 EST	54.9
Tetto - D1 TETTO	49.4

Risultati

$D_{2m,nT,w}$ [dB]	50.9
Verifica limite	✓ VERIFICATO

Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.4.6

D2

Dati geometrici

Volume dell'ambiente [m³]	46963.10
Superficie della facciata [m²]	1049.80

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R_w / D_{new} [dB]	ΔR_w esterno [dB]	ΔR_w interno [dB]
1	0.ME.00+1.MI.08A	349.80	57.00	-	-
2	Nuovo serramento	700.00	42.00	-	-

Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	2
Forma di facciata ΔL_{fs} [dB]	-1
Tipo	Ballatoio*
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento α_w	αw ≤ 0,3

Risultati

R'_w [dB]	41.7
$D_{2m,nT,w}$ [dB]	52.2
Categoria dell'edificio	
$D_{2m,nT,w}$ minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	0.0
Verifica limite	✓ VERIFICATO

D3

Dati geometrici

Volume dell'ambiente [m³]	46963.10
Superficie della facciata [m²]	3360.00

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R_w / D_{new} [dB]	ΔR_w esterno [dB]	ΔR_w interno [dB]
1	0.ME.00+1.MI.08A	1660.00	57.00	-	-
2	0.ME.01+1.MI.08A (BUSSOLA)	480.00	52.00	-	-
3	Nuovo serramento	1220.00	46.00	-	-

Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	2
Forma di facciata ΔL_{fs} [dB]	-1
Tipo	Ballatoio*
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento α_w	αw ≤ 0,3

Risultati

R'_w [dB]	47.6
$D_{2m,nT,w}$ [dB]	53.1
Categoria dell'edificio	
$D_{2m,nT,w}$ minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	0.0
Verifica limite	✓ VERIFICATO

Calcoli eseguiti con il software ECHO 8.4.6

11. COPIA ATTESTATO DI QUALIFICA

ENTECA Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica

Numero Iscrizione Elenco Nazionale	1
Regione	Provincia Autonoma di Trento
Numero Iscrizione Elenco Regionale	1
Cognome	Agostini
Nome	Matteo
Titolo studio	Laurea in ingegneria ambiente e territorio
Estremi provvedimento	prot. n.1308 del 05/02/2009
Luogo nascita	Trento (TN)
Data nascita	17/02/1974
Regione	Provincia Autonoma di Trento
Provincia	TN
Comune	Trento
Via	Via Papiria
Cap	38100
Civico	15
Nazionalità	italiana
Email	agostini@tera-group.it
Pec	matteo.agostini3@ingpec.eu
Telefono	0461-931764
Cellulare	338-5618212
Dati contatto	TERA-GROUP – Via Solteri, n. 37/1 – 38121 Trento
Data pubblicazione in elenco	10/12/2018

https://agentifisici.isprambiente.it/enteca/tecnici_viewview.php?showdetail=&numero_iscrizione=1